TRATTATO

DE'

CANALI NAVIGABILI

DELL' ABATE

ANTONIO LECCHI

MATEMATICO DELLE LL. MM. II.

IN MILANO)o(M. DCC. LXXVI.

NELLA STAMPERIA DI GIUSEPPE MARELLI.

CON LICENZA DE' SUPERIORI.

A SUA ALTEZZA REALE
IL SERENISSIMO ARCIDUCA
FERDINANDO
PRINCIPE REALE D' UNGHERIA E DI BOEMIA
ARCIDUCA D'AUSTRIA, DUCA DI BORGOGNA
E DI LORENA EC. EC. EC.
CESAREO REALE LUOGOTENENTE
GOVERNATORE E CAPITANO GENERALE
NELLA LOMBARDIA AUSTRIACA

ANTONIO LECCHI.

Ra' più saggi provvedimenti dati da VOSTRA ALTEZZA REALE al suo primo arrivo al Governo della Lombardia Austriaca, cui venne destinata dall' Augustissima Madre, e Sovrana nostra l'Imperadrice Regina, uno de' più riguardevoli fu certamente quello di promuovere

la navigazione de' fiumi Adda e Ticino con altri canali manofatti, e di stenderne l' innaffiamento alla coltura di nuove terre. L'alto intendimento di V. A. R. scorse immediatamente la Medesima a comprendere la felice situazione della Provincia frapposta a due fiumi Reali, che la circondano, e come da queste due sorgenti della navigazione e della irrigazione si derivi e si accresca l' opulenza della Capitale, il commercio ed ogni altra sua utilità. Con queste massime Essa tosto si rivolse a così sublime scopo. La navigazione dell' Adda fino al Lago di Como ed a' confini de' Grigioni e degli Svizzeri ci rimaneva interrotta dal corso precipitoso tra balze e dirupi per tratto non brieve: V. A. R. non indugiò punto a portarsi più volte sulla faccia del luogo, ed a riconoscere da se le tracce più agevoli per la condotta del nuovo canale da scavarsi a canto del fiume, e per quali cagioni un lavoro cotanto interessante principiatosi nel decimo sesto secolo, si fosse abbandonato fino al dì d' oggi. Nè si volle da V. A. R. commetterne l' esame e la deliberazione soltanto agli occhi altrui ed alle relazioni, che spesse volte o declinano dal vero fatto, ovvero l' oscurano: Essa sul

po-

posto riscontrò i progetti, che si facevano, con le difficoltà da superarsi, riscosse i pareri degl' Idrostatici, ne bilanciò i rilievi, e penetrò lo scioglimento di tutto il problema. E con quanto piacere e maraviglia udimmo V. A. R. ne' pubblici Congressi ragionare di questo affare con quel predominio e scienza propria di chi ne aveva già premeditato il disegno, e disposta l' esecuzione, alla quale fece subito dare incominciamento! E già dopo il travaglio di soli tre anni siamo in procinto di godere i frutti di una nuova navigazione tentata inutilmente da più secoli, e riservata alla gloria di V. A. R.

Nè da questo solo oggetto si circoscrissero le Vostre premure: anzi al medesimo tempo da V. A. R. tutta si volle abbracciare l' economia degli altri canali Naviglj, o per richiamargli all' antico regolamento, dal quale in progresso di tempo erano decaduti, o per migliorarne l' uso, ed accrescerne le diramazioni all' innaffiamento di altre terre. Quante volte abbiam udito riferirsi con istupore che V. A. R. era in visita de' nostri Navigli, de' nostri fiumi, eziandio nelle massime loro escrescenze! E quando l' anno passato una straordinaria piena dell' Adda minacciò irruzione nel Ter-

ritorio di Rivolta, Essa non si riflette di porre al cimento la sua Reale Persona, di accorrere al sollievo de' Popoli, e di accelerarne il riparo. E di quanto stimolo a tutti sia lo zelo e la presenza del Principe, lo sperimentiamo ogni giorno, non che nelle altre parti dello Stato, ma ne' Naviglj medesimi. Con quale vigilanza si mantiene ora in questi la più copiosa introduzione dell' acque da' loro fiumi col più sollecito spurgamento degl' incili! E se per occasione di qualche siccità, come avvenne l' anno passato, l' irrigazione potesse soffrirne penuria; V. A. R. antivide il rimedio con ordinare un più economico ripartimento delle acque stesse dell' Adda tra la Muzza ed il Naviglio della Martesana, ed una più esatta derivazione dal fiume Ticino; e Vostra providenza fu che si sperimentasse bensì l' ostinata siccità, ma senza sentirne gli effetti delle inaridite messi. In somma, dirò tutto in breve, V. A. R. diè corso all' acque dov' erano benefiche, e le frenò dov' erano dannose. Imperocchè la nostra Lombardia Austriaca, siccome da' fiumi, che la circondano, riceve li più rilevanti vantaggi; così la medesima è sottoposta alle irruzioni de' torrenti, li quali

giù

giù scendono da' vicini monti: ma V. A. R. in pochi anni ci ha accresciuto il provento de' primi, e prevenuto il disordine de' secondi; ora ordinandone le diversioni, come furono quelle eseguite l'anno passato della Molgoretta dal Naviglio della Martesana, e dell' Arno dal Borgo di Gallarate; ed ora dividendone le forze, come, pochi mesi sono, in una Visita Senatoria per comando di V. A. R. si è stabilito ne' tre torrenti di Tradate, del Gardaluso e del Bozzente. E poichè a V. A. R. è riuscito già felicemente di richiamare il sistema di questo indocile elemento a giusta legge, ed a servire alla pubblica utilità; così, quando al mio assunto si convenisse, più largo campo mi si aprirebbe di porre in veduta i vantaggi, che dalla Vostra presenza ed attività risentono fin d'ora le altre parti tutte del nostro Governo; onde sono levati i Popoli a certa speranza di godere per Voi di una compiuta felicità. Sebbene io quì m'arresto per non uscire dai confini, che mi sono prefisso. A me basta di poter fare l'apologia della mia animosità di presentare a V. A. R. un lavoro cotanto tenue del mio ingegno in questo Trattato de' Canali navigabili, il quale forse è il primo, ch' esca alla luce. Ma tutti ora

ſono animati dal Voſtro Spirito benefico, e tutti gareggiano di entrare a parte delle Voſtre magnanime idee. Pare giunto il tempo di altri avanzamenti del noſtro commercio e della navigazione. Ci ricorrono già alla mente gli antichi progetti e del prolungamento del Naviglio di Bereguardo fino allo sbocco nel Ticino ſotto Pavia, e del Naviglio della Treſa dal Lago di Lugano pel ſuo emiſſario al Lago Verbano: nè ſi diſpera più di poter conſeguire tutto quello, che ne' paſſati ſecoli ſi era diviſato dalla noſtra Città. E però ho voluto anch' io ſecondare coteſta favorevole diſpoſizione, e facilitarne li nuovi imprendimenti col ſottoporre agli occhi del pubblico, con quali principj ſi derivino i Canali navigabili da' fiumi maggiori, e con quali regole vi ſi mantengano. Egli è vero che io non ſono da tanto da poter uguagliare il pregio di quegli ſperimentati Architetti, li quali ora per Voſtro comando ſi cimentano in ſomiglianti operazioni. Da queſti ne riporterò il compatimento, e da V. A. R. il gradimento d'avere io almeno riconoſciuto il primo Motore, non meno de' noſtri fiumi, che d'ogni noſtro bene.

INDICE DE' TITOLI.

CAPO I.

Della divisione de' Fiumi in più Rami, e delle cagioni della loro conservazione.

4 PRO-

CAPO II.

Della Chiusa, ossia Sostegno attraversante l'alveo del Fiume, dal quale se ne deriva il Naviglio.

la

CA-

CAPO III.

Degli Sfogatoj aperti nella Chiusa medesima, e de' Paraporti disposti alle rive del Canale.

Na-

CA-

CAPO IV.

Della pendenza de' Canali navigabili.

CA-

CAPO V.

De' Sostegni, li quali danno il passaggio alle barche.

PRO-

CAPO VI.

Del passaggio delle barche per le porte del Sostegno.

Pro-

CAPO VII.

Dello sbocco de' Canali navigabili.

IN-

INTRODUZIONE
PRELIMINARE STORICA

*Alla trattazione de' Canali navigabili;
e con quale metodo, e da quali principj se ne debbano
derivare gl' insegnamenti.*

N ogni prisca e moderna età comune è stato sempre de' popoli più industriosi e più colti il genio di avanzare il proprio commercio alle più lontane provincie; e dove la natura le avesse disgiunte con grande intervallo, lo stesso spirito di società insegnò loro l'arte di facilitarsene la comunicazione e, per così dire, l'accostamento con nuove inalveazioni di fiumi e di Canali navigabili, e per fino col taglio d'istmi, i quali ne impedivano la continuata navigazione da un mare all'altro. In fatti le più antiche epoche de' Regni e degl' Imperj ce ne forniscono prove indubitate. Che non fecero e che non pensarono li più famosi Re d'Egitto per congiungere il mar Rosso col Mediterraneo? Cleopatra ebbe il medesimo disegno; e Solimano Secondo Imperatore de' Turchi v'impiegò 50000 lavoratori, i quali vi travagliarono senza effetto. Li Greci e molto più li Romani aspirando ad un più vasto Impero, fecero il grande progetto di un canale attraverso l'Istmo di Corinto, che congiugne la Morea e l'Acaja, col disegno di aprirsi un passaggio

Genio antichissimo di navigazione e di commercio.

 dal

dal mare Jonio nell'Arcipelago. Il Re Demetrio, Giulio Cesare, Caligola e Nerone vi fecero degli sforzi inutili; e finalmente sotto l'Impero di quest'ultimo, Lucio Vero Generale delle Armate Romane nelle Gallie, intraprese di unire la Saona e la Mosella per un canale, e di aprire una nuova comunicazione del Mediterraneo e del mare d'Alemagna con il Rodano, la Saona, la Mosella ed il Reno: ciocchè prevenuto dalla morte non potè egli eseguire.

Scopo de' Romani nell' uso de' Canali navigabili.

L'oggetto de' Romani in questa parte non era già una vana magnificenza, ma un' interessante politica di facilitare la spedizione delle Legioni Proconsolari, che da Roma facevasi ogni anno alle più rimote provincie, non meno col mezzo delle strade pubbliche aperte ed istabilite per ogni lato dell'Imperio, che col comodo della navigazione. A questo scopo fu ordinata la gran Fossa Drusiana derivata dal Reno, e fatta scavare da Druso Germanico Romano per ingrossare il fiume Yssel, pel quale potesse egli trasportare la sua Armata nel Nord. Corbulone poi, o fosse per istabilirsi un più comodo passaggio delle sue truppe nelle Isole Britanniche coll' ingrossare la Meruva, e farla navigabile, o fosse per asciugare dalle acque stagnanti del Reno un tratto immenso di quelle provincie; Corbulone, dissi, fece un taglio così grande nel Reno a *Batavodurum*, che ne divertì quasi tutte le acque, e le rovesciò nel suo canale, che acquistò il nome di *Fossa Corbulonis*, in oggi denominato il Leck, le di cui acque si scaricano finalmente sotto il nome di Mosa nel mar Belgico. Così pensavano que' Dominatori del Mondo a far servire il corso de' fiumi al più spedito cammino delle Armate, ed al progresso delle vittorie; e quando mancavano loro le occasioni di giovare all' Imperio con somiglianti intraprese nelle provincie lontane, era a' medesimi un trastullo il farsele familiari sotto agli occhi nell' Italia e nella stessa Roma. Con quante grandiose costruzioni di moli e di ripe formate di quadrati massi di travertino, conten-

nero

nero per tanto tempo regolato l'alveo della Fiumara grande del Tevere, per impedirne il disalveamento e l'abbassamento, massimamente nel suo sbocco in mare; acciocchè le navi da questo salendo al fiume, vi trovassero la profondità proporzionata a sostenere i pesi immensi degli obelischi e di quella gran copia de' marmi trasportati dall'Africa e dall'Egitto per abbellire la Città Regina del Mondo? E quì ricordomi che, pochi anni sono, trovandomi io per Pontificia Deputazione alla visita del Tevere e di Fiumicino, per dare riparo alla interrotta navigazione, mi presi il piacere di mandare guastatori ad isgombrare dalle folte boscaglie le vecchie rive del Tevere: e come già Marco Tullio fuori delle mura di Siracusa, per fare la scoperta del dimenticato sepolcro d'Archimede; così io quì per iscoprire ed ammirare i grandiosi avanzi delle romane antiche costruzioni, contrapposte in que' tempi al minacciato disalveamento del Tevere e del suo sbocco: e quando ne' posteriori tempi la fatal condizione del continuo avanzamento della spiaggia del Tevere in mare rendeva oramai disarginato lo sbocco suo, ed impraticabile l'accostamento delle navi; non per tutto ciò si scoraggiarono i Romani; ma saldi sempre sulla massima di conservarsi questa importante navigazione, si rivolsero a derivare dal medesimo Tevere un altro ramo denominato *Fiumicino*, il quale dall'*Isola Sagra* si conducesse al mare e più ristretto tra rive stabili, e più profondo e capace di portar le barche, e di farle salire fino ad unirsi col fiume principale, dove già decorre inalveato e navigabile. Nè d'altro provvedimento in tutti li tempi posteriori è stato d'uopo a Fiumicino, che di prolungarne fra stretti ripari lo sbocco suo in mare d'altrettanto, quant'è l'avanzamento della spiaggia marittima, che ne impedirebbe il tragitto.

Tevere inalveato da' Romani.

Nuova diversione del Tevere fatta da' Romani.

Che più? Della non interrotta navigazione del Po grande per la Lombardia a chi ne siamo debitori, se non ad Emilio Scauro, quando egli in que' remotissimi tempi

Po inalveato sotto Piacenza da Emilio Scauro.

ſotto Piacenza e nel ſuo Territorio ne aſciugò le paludi, nelle quali ſpandevaſi diſalveato, e derivò ed unì tutte le ſue acque cogli altri Influenti in un alveo ſolo, al quale diè forma e corſo capace di navigazione? E quando il medeſimo Po grande decorreva all' Adriatico pe' due antichiſſimi rami di Volano e del Primaro, e vi formava quell' immenſa palude col miſchiamento degli altri fiumi, la quale denominoſſi *Paduſa*, diſteſa ſotto il littorale di Ravenna; non mancarono i Romani di profittare di que' profondi ſeni d'acque ſtagnanti dentro terra, e comunicanti col mare, per fabbricare ſicuri ricoveri alle loro Armate, le quali erano deſtinate alla cuſtodia ed al pronto ſoccorſo dell' Italia e dell' Africa; ed anche oggidì que' luoghi medeſimi già divenuti *Terra ferma*, ritengono l'antico nome di *Claſſi*. Non ſi traſcurò fiume, ſegnatamente nell' Italia, che non ſi faceſſe ſervire o al paſſaggio, o alle provviſioni delle Legioni, che ſi ſpedivano da Roma ad altre provincie. Anche il fiume Marecchia ſotto Rimino, nobilitato già da Giulio Ceſare con quel magnifico ponte, che tuttavia ſi conſerva intatto, e ſuperiore a tutte le ingiurie de' tempi; il fiume Marecchia, diſſi, fu adattato da' Romani a forma di Porto-canale, e di ſeno alle barche, dalle quali ſi provvedeſſero le Armate Conſolari, che per la via Emilia s'incamminavano alle reſtanti parti dell' Imperio.

Paduſa fatta ſervire a' marittimi porti.

Fiume Marecchia.

Per fino i Proconſoli Romani deſtinati al governo delle più lontane provincie, ſi facevano un dovere della loro amminiſtrazione il progettare agl' Imperadori il tentativo d'altri nuovi corſi di fiumi navigabili dal centro delle provincie al mare: ed anche oggidì ci fanno piacere le lettere ſcritte da Plinio ſecondo a Trajano Imperadore, e le riſpoſte di queſto al Proconſole, nelle quali ſi progetta di aprire un canale navigabile dal Lago di Nicomedia fino al mare, e ſe ne rapportano i vantaggi, e le maniere più ſtudiate per condurlo al compimento. Strana coſa al certo potrebbe a noi parere, che l'imprendimento d'una nuova navigazione cotanto lontana occu-

Progetto di Plinio ſecondo a Trajano.

paſſe

passe i pensieri d'un Romano Imperadore, e d'un Trajano, quasi che si trattasse di una nuova conquista di provincie e di regni. Ma que' saggi Imperadori, a' quali era un giuoco il movimento delle Armate, e l'invasione delle confinanti provincie, ben più di qualunque conquista valutavano lo stabilimento d'una navigazione e d'un nuovo commercio, dal quale gl' interessi de' paesi soggetti si riunissero con la Capitale del Mondo, e se ne formasse quello stretto collegamento, che è il nervo e la stabilità de' regni. Così ne' tempi posteriori la medesima massima mosse lo spirito di Carlo Magno ad abbracciare il disegno di congiungere il Reno al Danubio, e di aprire una nuova comunicazione di navigazione tra l'Oceano ed il mar Nero. All' esecuzione di questo progetto egli vi fe' travagliare una moltitudine innumerabile d'operaj; ma differenti ostacoli, che vi si attraversarono, gli uni dietro gli altri, gli fecero abbandonare l'impresa. Ciò non pertanto memorabile sarà sempre il vasto disegno d'unire li due Imperj d'Oriente e d'Occidente per terra e per mare con nuove navigazioni, dalle quali con celerità se ne tragittassero i soccorsi, e sotto la medesima forza si contenessero le più lontane ed inquiete nazioni.

Vasto progetto di Carlo Magno.

Finattanto che l'Impero Romano si resse contro le vicende de' tempi, anche nelle Proconsolari provincie si mantenne lo stesso spirito di congiungersi fra di loro col commercio e colla navigazione, e di stenderne i rami alla dominante Città; e quindi sotto il dominio pacifico de' Romani Imperadori quelle Città, le quali prima ostilmente si combattevano, ridotte in provincia, divennero alleate, e si strinsero in società di vantaggi pubblici con nuove navigazioni, dovunque permettesse la condizione de' luoghi. La Grecia, l'Asia, l'Egitto conservano tuttavia gli avanzi di que' medesimi canali manofatti, coll' uso de' quali, come riferiscono i Viaggiatori, dalle parti più interne de' loro regni, e per fino dalle miniere de' monti si trasportavano al mare, e di quì a Roma le native ricchezze. Ma quando l'Impero da ogni lato

Unione dell' Impero Romano col mezzo della navigazione.

Epoca del decadimento d'ogni commercio.

venne assalito da più feroci nazioni, ed ora da' Galli, ora da' Goti, e dagli Unni e da' Vandali invase furono allo stesso tempo le sue belle provincie; sotto queste rovine rimase improvvisamente sepolto il primiero genio di vicendevole unione de' comuni interessi con Roma, sulla quale le straniere genti si vendicarono del lungo servaggio, con cui eransi da tanto tempo tenute soggette alle leggi romane. Anzi la generale rivolta de' popoli giunse a segno, che nessuno uscir potesse con sicurezza dal proprio abitato, o Città, per tema d'incontrare un suolo nemico; e quindi tolta ogni comunicazione de' beni sparsi dalla divina provvidenza su d'ogni angolo della terra per mantenervi la società ed il reciproco soccorso, cessò la navigazione, cessò il commercio, si dimenticarono le arti tutte; e l'Impero Romano si vide involto in quella caligine, che rese que' secoli tanto oscuri.

Epoca del risorgimento dell'Italia alla navigazione.

Durante il secolo duodecimo di nostra salute le Città Italiche furono le prime a ripigliare l'antica libertà, e coltura delle arti e de' costumi. L'Italia abbandonata a se medesima, si divise in varie Repubbliche e Dominazioni; ed il primo segnale, che queste diedero di risorgimento e di vita, fu quello di aspirare, ciascuna da se, ad un fiorito commercio, con aprirsi nuove vie alla navigazione per mare e per fiumi indocili. I Veneti esuli già, dalle vicine terre Italiche raccolti si rifuggirono a Rialto nelle paludi del mare Adriatico, dalle quali fecero nel progresso de' tempi risorgere una nuova marittima Città, la quale conservò le sembianze e le leggi dell'antica Romana Repubblica. Si cambiarono prestamente le sue paludi in Porti marittimi d'ogni maggior sicurezza; e si videro coperti que' mari dalle sue numerose flotte, sulle quali eglino si portarono nel Levante, ove vi piantarono quel dovizioso commercio, che si derivò in tutta l'Europa con un subitano ingrandimento della nascente Repubblica. E perchè al commercio forestiere e lontano vi cooperasse il domestico e vicino col facile trasporto delle merci originarie; quasi tutte le Comunità libere dell'Italia in quel-

la

la per le derivazioni d'acque fortunata epoca tra il 1100 ed il 1400, si applicarono in varie riprese e tempi a rendere navigabili que' fiumi, i quali per l'addietro non si erano ancora soggettati alla navigazione: la Brenta da Padova a Venezia, il Mincio da Mantova al Po, l'Arno da Pisa al mare, il Reno da Bologna al Primaro, il Ticino, ossia Tesino, e l'Adda a Milano; ed in questa occasione per la prima volta da' soli Architetti Italiani si congegnò e si produsse intorno la medesima epoca l'utilissimo ritrovamento de' sostegni amovibili regolati con doppio ordine di porte, per sostenere le cadute del fiume, e dar passaggio alle barche o nel salire a livello più alto, o nello scendere per continuarne la navigazione: ritrovamento, del quale all' Italia sola ne siamo debitori in questa sua prima rinascenza; e se ne valsero i Signori Veneti per adattare alla navigazione la Brenta ed altri fiumi, i quali sboccano nella Laguna e nel mare Adriatico: inalvearono poscia l'Adige con altissime arginature; e dove unirono fiumi a fiumi, e dove ne fecero le derivazioni per istabilirsi di quà e di là dal mare un commercio degno d'un Impero marittimo.

Epoca de' nuovi Canali navigabili.

La Brenta fatta per la prima volta navigabile.

Al medesimo tempo le Italiche Città prive d'ogni esterno regolamento dopo il discioglimento dell' uno e dell' altro Impero, si eccitarono a risorgere dalle rovine coll' unico mezzo di nuove navigazioni. I Pisani sotto le mura della loro Città inalvearono il fiume Arno al mare, e lo resero navigabile dalle loro galee, le quali dalle vicine Darsene, che tuttavia si veggono, ora trasformate in grandiose stalle, si spingevano nel nuovo fiume sotto gli occhi della Città, per incamminarle per mare al Levante alla permutazione delle merci domestiche colle forestiere. Ed a quale maggior grandezza salita sarebbe quella industriosa Repubblica, se dalla prevalente forza de' Genovesi, i quali aspiravano al medesimo commercio, non fosse stata e combattuta e vinta? Ad esempio delle due Repubbliche di Venezia e di Pisa le altre Città d'Italia più lontane dal mare, non tardarono di emularne la gloria

Arno fatto servire al trasporto delle Galee.

colla navigazione de' loro fiumi e di nuovi canali.

Li Signori Milanesi furono i primi, che nel 1179 (*Giulin. tom. 6*, *pag.* 501) diedero principio alla derivazione del loro Naviglio dal fiume Ticino; e lo denominarono in que' tempi *Ticinello*, perchè soltanto erasi condotto presso Abbiate Grasso ad uso di semplice irrigazione delle terre. Nel 1257 (*Giulin. tom.* 8, *pag.* 143) ripigliarono la sua continuazione fino alla Città di Milano; e lo adattarono alla navigazione intorno agli anni 1269 per opera di Napo della Torre; e quindi in appresso fu chiamato *Naviglio Grande*, non meno per l'ampiezza del canale e per la copia delle acque, che per l'utilità della sua navigazione rivolta ad arricchire de' generi più stimabili del Lago Verbano, di marmi, di legna, di calcina, di vettovaglie una Capitale così popolata. Attesa poi l'incostanza del fiume Ticino nel suo corso irregolare, nell'anno 1272 più stabilmente vollero con grandezza di fabbrica e di ripari e di sostegni assicurarne l'incile, e la costante derivazione in quella copia, che era necessaria al doppio fine della navigazione e della irrigazione (*Giulin. tom.* 8, *pag.* 258).

Nuova navigazione de' Milanesi fatta nel 1257.

Circa il medesimo tempo la Città di Mantova ridotta in libertà dopo la morte della Contessa Metilde, e reggendosi a Repubblica, non volle essere inferiore alle altre nella prerogativa della navigazione e del commercio. Il famoso fiume Mincio più celebrato in que' tempi dal canto de' Poeti, che da vantaggio, che esso ne recasse, scorreva bensì sotto la Città; ma dilatandosi in vaste e basse lagune ne infettava l'aria, e rendeva quelle contrade povere d'abitatori, decorrendo finalmente al Po diviso in tre rami e disalveato e con sì grande caduta, che non poteva soffrire navigazione. E quì primieramente, come racconta il Bertazolo, nel 1188 sotto la direzione di Alberto Pitentino Architetto di quella Comunità, dalla porta di Cepetto fino ad unirsi al Borgo di Porto, vi si costrusse e si alzò quel famoso sostegno di pietra in forma di ponte e di portico, denominato *Ponte de' mulini*, ridotto a perfezione l'anno 1198.

Sostegno de' mulini cominciato sotto Mantova nel 1188.

Que-

Questo sostegno fu ordinato, non già al passaggio delle barche, come fu quello fabbricato al medesimo tempo sul Mincio a Governolo; ma a togliere immediatamente le basse lagune del Mincio, ad inalzare le sue acque, ed a formare il Lago superiore di Mantova, non meno a comodo di poterlo navigare con piccole barche, che a difesa della Città da quel lato. Ma il più vasto disegno dell' Architetto Pitentino nel 1188 fu quello d'incanalare il Mincio in un alveo solo, e di restituirlo al suo corso antico ad isboccare in Po, dove a' tempi de' Romani era stato divertito da Quinto Curio Ostilio. E perchè lo scopo primario dell' Architetto era diretto in que' tempi alla navigazione, egli si applicò a regolarne la troppa sua caduta con l'artificio di quel maraviglioso sostegno a Governolo, pel quale potesse aprirsi il passaggio alle barche o salendo verso Mantova, o scendendo a Po; ed in oltre al medesimo tempo stendesse il suo ringurgito per 12 miglia su pel Mincio fino a Mantova, a sostenerne il suo Lago di sotto, ed a renderlo capace di una non interrotta navigazione dalla Città al Po. A così grande imprendimento si diè principio nel 1188; e vi si consumarono altri dieci anni nella esecuzione, come racconta il Bertazolo.

Secondo Sostegno di navigazione sul Mincio a Governolo.

A questo proposito parmi che appartenga allo schiarimento di questa brieve Storia de' Canali navigabili, che si riferisca da qual' epoca più antica può derivarsi l'invenzione de' primi sostegni amovibili tanto benefica alla navigazione de' fiumi in tutta l'Italia, e quindi trasportata poi nella Francia e nelle Fiandre.

Parere del Zendrini intorno al primo inventore de' Sostegni.

Il Zendrini nel suo Trattato al cap. 12, num. 20, ne deriva l'invenzione dal 1481 con queste parole: *Ho cercato molto per rintracciare dell' inventore il nome, e sapere il tempo di un sì specioso ritrovamento, senza averlo potuto conseguire; se pure certa notizia, che mi deriva da private carte, non potesse dar qualche lume per riconoscere il detto benemerito inventore. Ho trovato dunque che Dionisio e Pietro Domenico fratelli da Viterbo del fu*

Mac-

Maestro Francesco di detta Città Ingegnere della Signoria di Venezia, acquistano del 1481 *li* 3 *di Settembre da' Signori Contarini certo sito nella Bastia di Strà, luogo ben noto verso Padova, per formare in esso un Soratore del Piovego, che è quel canale, che viene da Padova al detto luogo di Strà; ed in certa supplica de' medesimi da Viterbo di detto anno resta espresso, ch' essi, che si chiamano* Maestri di Orologio, *faranno che le barche e i burchi potranno passare per la chiusa di Strà senza pericolo, operando in modo, che le acque usciranno con facilità, senza essere obbligate a scaricare, e senza essere tirate: aggiungono poi le condizioni, fra le quali la principale si è quella di aver essi a formare l'* ingegno, *come lo chiamano, e mantenerlo ec. A costoro adunque, almeno nello Stato Veneto, si può dare il vanto di tal' invenzione; non trovando chi prima di essi l'abbia ideata, nè posta in pratica.* Così egli.

Invenzione più antica.

Ma primieramente all' epoca del Zendrini del 1481 io ritrovo altr' epoca molto anteriore nel 1420, nel qual tempo erasi già introdotto l'uso ed il ritrovamento delle conche ne' Naviglj di Milano. Imperocchè Pietro Candido Decembrio nella Vita di Filippo Maria Visconti, del quale egli era cortigiano, racconta che questo Principe *meditatus est & aquæ rivum, per quem ab Abbiate ad Viglevanum usque sursum veheretur, aquis altiora scandentibus, machinarum arte, quas Conchas appellant.* Qui osservo nominato l'artificio delle conche pel passaggio delle barche da un livello più basso dell' acque ad uno più alto; e ciò tanto tempo prima, cioè, al parere del Conte Giulini tom. 13, pag. 332, sotto l'anno 1420; quando il Zendrini ne riferisce l'invenzione all'anno 1481. Sebbene ancor più addietro di questo documento del Decembrio, ritrovo ne' più antichi Storici citati dal Bertazolo, che fino dall' anno 1188 dall' Architetto Pitentino di Mantova si diè principio all' eseguimento di cotesta invenzione nel nuovo sostegno di Governolo sul fiume Mincio, per abilitarlo alla navigazione; nè da questo tempo a' secoli anteriori, scorrendo le memorie tutte dell' Italia, s' in-

s'incontra vestigio d'altro inventore ed esecutore di fabbrica somigliante, che sostenesse la caduta del fiume, e desse luogo al passaggio delle barche. E tanto basti per contrassegnare almeno l'origine più antica dell'invenzione delle conche, nata la prima volta nella Lombardia nostra, o sia in un tempo, od in altro: ciò di che non può dubitarsi.

Nè quì si ristette il genio della navigazione nell' Italico clima; ma vie più si venne risvegliando d'una in altra Città: imperocchè non andò molto che la nascente Repubblica di Bologna animata dall' esempio di Mantova poco lontana, s'invaghì di aprirsi una nuova via di navigazione al Po ed al mare: frenò il suo Reno precipitoso colla Chiusa di Casalecchio, e lo derivò nel celebre suo canale attraverso valli e paludi, a Malalbergo ad un ramo di Po grande, il quale allora decorreva al mare Adriatico da questo lato; ed al medesimo tempo dentro le sue mura inalveò l'altro fiume della Savena, per farlo servire nelle sue cadute all' uso de' mulini e de' serificj e lanificj, de' quali quella Repubblica ne faceva un ricco trasporto fino al Levante.

Naviglio di Bologna.

Li Signori Milanesi poi non contenti dell' utilità del Naviglio grande del Ticino, ed aspirando a provvedere la popolata loro Città di maggior copia di vettovaglie, o trasportate da' laghi, o prodotte dalla irrigazione, disegnarono nel 1457 sotto la direzione di Bertola da Novate Architetto, ed appoggiati al comando del Duca Francesco Primo Sforza; disegnarono, dissi, l'altro canale navigabile dall'Adda sotto Trezzo a Milano; acciocchè la navigazione di due fiumi Reali, e di due laghi amplissimi, di Como e del Verbano confinanti coll'Elvezia, servissero all' opulenza d'una sola Città.

Secondo Naviglio di Milano.

Condotto poi il Naviglio fin presso alle mura della Città, lo sfogarono la prima volta nell'alveo del torrente Seveso al Lambro: ma non tardarono sotto Francesco Secondo Sforza a ripigliare il pensiero di perfezionarlo, e di inalveare quest' ultimo suo tronco dentro alla Città medesima e nell'antica sua fossa interiore ed in tutto il suo

cir-

circondario, con quel piacere e comodo di vedere galleggianti ed in corso le barche per le sue medesime contrade.

Genio di navigazione disteso a tutte le Città d'Italia.

In somma tra il 1100 ed il 1500, e poco oltre, il genio de' canali navigabili comprese tutte le Città d'Italia; ed il nuovo ritrovamento delle conche ne facilitò la riuscita in molte parti. Imperocchè coll'uso di queste fino da que' tempi si abilitarono alla navigazione i due Navigli di Modena e di Reggio; e col celebre sostegno del Panaro al Finale, il quale a' nostri giorni è stato riedificato dalla munificenza del regnante Francesco Primo Duca di Modena, si è ridotto navigabile lo stesso Panaro, piuttosto torrente, che fiume, fino allo sbocco suo in Po grande.

Naviglio da Milano a Pavia progettato e sospeso.

Tralascio il grande tentativo di Galeazzo Secondo Visconti Signore di Milano (*Giulin. tom.* 11, *pag.* 162 e 595), il quale già molto prima, cioè nel 1359, ordinò che dalle acque residue del Naviglio grande di Ticino s'inalveasse da Milano a Pavia per la via di Binasco un altro canale alla irrigazione del gran Parco di Pavia da esso lui formato, e cinto di mura: ciocchè allora felicemente fu eseguito. Ma ne' tempi posteriori Francesco Primo Sforza l'anno 1457 sulle medesime tracce disegnò di ampliarne l'uso, con ridurre lo stesso canale dalla semplice irrigazione alla navigazione ancora da Milano a Pavia; e ne ordinò la Visita de' Periti, come apparisce dalla Deputazione Camerale de' Commissarj nel 1467, registrata dal Benaglia. Sebbene questo grande progetto da molti incidenti interrotto, e contraddetto ancora dalle contestazioni delle Città di Pavia e di Milano, e dal pubblico interesse delle vaste irrigazioni, le quali verrebbero tolte dalla diversione di quest' acque residue, non fu in que' tempi perfezionato, e rimase sospeso fino al 1597, quando il Conte di Fuentes Governatore di Milano risvegliò lo stesso disegno, e fece altra nuova deputazione degli Architetti Giuseppe Meda e Francesco Remusso a portarsi sul luogo, ed a farne la livellazione e la relazione riferita dal Benaglia; ma tanta fu la varietà de' progetti, e tante le difficoltà in ciascuno d'essi, che

ne'

ne' tempi seguenti se ne intermise ogni esecuzione. Tanto più che già nel 1457 da Francesco Primo Sforza la navigazione delle vettovaglie, che si trasportano da' paesi oltrepadani e dalla Lumellina per Po e per Ticino, era già da gran tempo abilitata dal terzo Naviglio di Bereguardo, il quale si dirama dal Naviglio grande a Castelletto d'Abbiate Grasso, e con un corso regolato da undici sostegni, o sieno conche, si conduce fino a Bereguardo distante sole 3 miglia dal Ticino di Pavia; nel qual brieve intervallo di terra non è malagevole il tragitto delle merci. Ed in buon punto, e mentre scrivo, ho veduto con piacere il Tipo del proseguimento di questo Naviglio per le restanti 3 miglia fino allo sbocco nel medesimo Ticino al ponte di Pavia; ed ho letto ed ammirato il Piano ragionato del Sig. Conte Gian Stefano San-Giuliani, il quale con pari felicità e maestrìa ne progetta il compimento.

Terzo Naviglio di Bereguardo.

Ma ritornando a quella felice età, la quale ci diede e l'invenzione, e l'eseguimento de' canali navigabili, che ora godiamo, dirò che a così alto segno crebbe poscia ne' Milanesi la massima di aprire nuove navigazioni in qualunque parte del loro Stato, che nell'anno 1518, come racconta il Pagnano, il Tribunale di Provvisione della Città di Milano ordinò quella memorabile e generale Visita de' più sperimentati Professori di quella età, per riconoscere sulla faccia de' luoghi, se dalle parti del Lago di Como e di Lugano e d'altri vicini laghi per mezzo ancora de' loro emissarj, si potessero abilitare nuove diramazioni e nuovi canali a continuare la navigazione per il fiume Adda fino al Naviglio della Martesana a Milano. Eccone l'ordinazione riferita dal Pagnano: *Ordinaverunt, & statuerunt quod quam citissimè fieri possit, præfati magnifici, Vicarius, & Carolus Pagnanus, adhibitis spectabili Domino Philippo Vascone, ac Magistris Bartholomeo della Valle, & Benedicto de Messallia, ambobus ex Ingenieriis præfatæ Communitatis in aquis derivandis peritissimis, accedant, & se transferant ad partes Lacus Co-*

Altre nuove ricerche di Canali navigabili.

Comensis, *& ibi diligenter*, *& accuratè videant*, *& perscrutentur*, *quo in loco è dicto lacu novum Navilium derivari possit commodius*, *faciliusque*, *& per quæ loca*, *& partes ad hanc Mediolani Civitatem dirigi &c.* Di grande ammaestramento e piacere si è la Relazione de' viaggi, delle osservazioni, e delle molte livellazioni, che presero per assicurare un così importante scoprimento, scorrendo tutte le valli per dove molti particolari laghi si scaricano nel Lago di Como da' loro emissarj. E ben si scorge quanto in questa sì importante scienza illuminati fossero quelli, che chiamansi rozzi secoli, ne' quali la sperienza continua, che noi non abbiamo, di coteste ardue operazioni aveva portato tanto innanzi la scienza de' fiumi e de' canali. Nè d'altro possiam dolerci, se non che troppo scarse ci sono rimaste le notizie delle difficoltà, che incontrarono nell' eseguimento de' varj metodi da' medesimi praticati, delle correzioni, che di tempo in tempo vi fecero, e delle loro osservazioni fatte sul campo de' lavori, le quali più di qualunque teorìa a noi sarebbero di grand' uso: ma in que' felici tempi molto si operava, e poco scrivevasi; e l'arte, non da accademiche disputazioni, ma da' soli tentativi e prove s'era incoraggita e sollevata. In fatti in questa medesima Visita s'avvidero quegl' Ingegneri che molto prima da Lodovico Sforza ultimo Duca di Milano s'erano fatte già le stesse lustrazioni e livellazioni, tra le quali la più interessante era quella di rendere navigabile l'Adda da Brivio fino a Trezzo. Imperocchè essendo giunti questi Architetti a Brivio, *ut considerarent*, *an possibile esset reddere Abduam navigabilem*; applicandosi alla livellazione, riseppero dalli contadini del paese, che molto prima per comando di Lodovico Sforza erasi già fatto lo stesso sperimento, al quale essi medesimi erano intervenuti: *Et ibi dictum fuit eis per homines illius regionis*, *qui interfuerant librationi*, *quæ facta fuit mandato DD. Ludovici Sfortiæ per Dominum Julianum Vasconum*, *& alios Archítectos*, *ut duceretur Navilium a Brippio Mediolanum*; *quod aderant scrip-*

Progetto di rendere l'Adda navigabile fino da Lodovico Sforza.

scripturæ librationis, & *invenirentur Mediolani*. Nè il grande progetto di Lodovico Sforza si ristrinse solamente alla derivazione del Naviglio di Martesana sotto Trezzo a Milano, ma si avanzò al disegno di stendere la stessa navigazione per tutto il corso superiore dell'Adda fino al Lago di Como, ed in quella parte di fiume, dove per le cadute precipitose anche al dì d'oggi resta interrotta: ed a questo grande oggetto cospirarono ne' tempi seguenti le brame e gli sforzi della Città di Milano, la quale dalla munificenza di Francesco I. Re di Francia avvalorata e soccorsa, intraprese finalmente nel 1591 il nuovo Naviglio di Paderno per quel tratto di tre miglia, dove l'Adda non è capace di navigazione, e sotto la direzione dell' Architetto Meda, dal quale si piantò la chiusa nel fiume, e si costrussero alquante conche artificiosamente disegnate in diversa maniera dalle comuni già introdotte negli altri Naviglj di Milano, acciocchè attesa la molto maggiore profondità di queste ed ampiezza, potessero più prestamente e riempiersi e votarsi al comodo del passaggio delle barche. Vero è però, che le guerre, le quali sopravvennero, ed i frequenti cambiamenti del Principato ne interruppero il proseguimento; e per due secoli rimasero senza frutto i grandiosi avanzi, *vestigia irritæ spei*, di questa medesima intrapresa, la quale a maggiore felicità de' Milanesi era riservata all' incomparabile zelo di S. A. R. l'Arciduca Ferdinando, sotto li di cui faustissimi auspicj al primo suo arrivo al Governamento di Milano e della Lombardia Austriaca, tolte tutte le contese e dubitazioni, vi si è posta mano prestamente; e siam già in procinto di goderne i frutti.

Cominciamento del quarto Naviglio di Paderno:

Sua sospensione per due secoli:

Si ripiglia nel 1773.

Ma tornando noi donde ci siam deviati per certo patriotico affetto verso la Città nostra, e ripigliando la intermessa carriera, dico che il primo risorgimento dell' Italia oppressa dalle straniere nazioni, ed il primo suo ravvivamento all' antica gloria fu uno spirito comune, che scosse tutte quante le Città al medesimo tempo tra il 1100 ed il 1500, e le rivolse a dominare a' fiumi ed

ed al mare, ed a collegarsi tra loro ne' pubblici interessi coll' interna navigazione e permutazione di merci. A questa gara de' popoli l'Italia può ascrivere il beneficio, che ora si gode, di tanti canali, i quali forse non si sarebbero aperti e scavati giammai ne' tempi posteriori, e dopo il raffreddamento del primo ardore, il quale tanto s'inoltrò, che dove venne loro disdetto di poter derivare canali navigabili da' fiumi, vi derivarono almeno canali d'irrigazione a fecondare vaste provincie, le quali prima erano incolte e derelitte. Fa maraviglia anche al di d'oggi l'ampio Canale di Muzza aperto nel 1220, il quale di molto maggior portata d'acqua degli altri Naviglj, assorbisce quasi tutta l'Adda nello stato suo ordinario, e sparte il gran fiume in tante irrigazioni per 40 e più miglia nel Territorio Milanese, Lodigiano e parte del Piacentino, fino a consumare un fiume Reale nell' alimento delle praterie e risare e d'ogni genere di biade, denominato perciò dagli antichi *nuova Adda*. Nè io ben so comprendere come in que' secoli, quali noi a torto chiamiamo oscuri, avessero i Signori Milanesi sortito tanta imprendenza e coraggio e scienza d'acque, quant' era d'uopo a preparare un nuovo alveo a così gran fiume, ad isfogarne le piene, ed a condurlo quasi a mano a servire alla pubblica feracità. E se questa inalveazione riservata fosse a nostri dì, non so se potesse azzardarsene la riuscita in quella estensione e maestrìa, colla quale la veggiamo perfezionata tanti secoli prima. Ma in que' tempi la scienza dell' acque teneva aperta una gran scuola, della quale noi buona pezza restammo privi, cioè della continuata sperienza ed esercitazione degli Architetti in tanti canali, che si moltiplicavano per tutta l'Italia, dove d'età in età eglino si addestravano, e gli uni agli altri erano di scorta. Nel solo intervallo del 1200 al 1400 quanti taglj de' fiumi minori, che ci circondano, sonosi eseguiti, e dell' Olona e del Lambro e molto più della Sesia, le di cui derivazioni a prò del Vercellese, Novarese e Vigevenasco rassomigliano

Canale di Muzza.

Architetti più esercitati ne' tempi antichi.

gliano veri fiumi? La Città di Cremona dal fiume Oglio trasse li suoi due Navigli; e ne compartì le acque nel basso suo Territorio alla feracità de' lini, i quali formano il più ricco commercio di quella Città colle nazioni forestiere. Bergamo dal fiume Serio e dalle sue valli condusse due canali, l'uno denominato il *Naviglio*, e l'altro la *Roggia Morlana*, quali, oltre l'ampia irrigazione delle sue campagne, fece servire al movimento delle macchine idrauliche de' setificj, de' lanificj e delle seghe fin dentro le mura della Città. Che dirò del vasto Territorio Bresciano, che non riconosce altr' epoca di tanti suoi canali, che quella de' secoli indicati, ne' quali ancora si divise il fiume Chiese, parte a formare il Naviglio della Città, e parte a dare l' irrigazione a' tre famosi Territorj di Lonate, di Calcinate e di Monte-chiaro?

Canali d' irrigazione aperti in ogni parte.

E quant' altre navigazioni si aprirono dentro terra da' Principi Italiani, tra' quali allora era divisa l'Italia? Quanti sforzi non fecero gli antichi Duchi Estensi di Ferrara per arrestare lo sviamento di Po grande dalla loro Capitale nel ramo di Venezia? e quando si avvidero che la prevalenza dell' indocile fiume non soffriva alcun freno, e che dalla Stellata si era già stabilito un nuovo corso a Venezia; eglino tostamente meditarono di condurre navigabile dal Borgo di S. Giovanni fino a Ferrara il Canale di Cento, e di quì prolungarlo fino al Po a Lagoscuro, di dove con brevissimo tragitto si proseguiva la navigazione alle fauci del mare Adriatico. Da questa interna navigazione, la quale fino al dì d'oggi si mantiene, quella Città sotto al dominio e col favore de' suoi Duchi crebbe e nella grandezza delle sue fabbriche, e nella popolazione, non punto inferiore in que' tempi alle altre più celebri Città d'Italia. Lo stesso genio di commercio e di navigazione eccitò gli altri Principi d'Italia ad appropriarsi ne' suoi Stati li medesimi mezzi d'ingrandimento e di abbondanza. Ne fanno chiara testimonianza il Canale della Concordia dagli antichi Duchi della Mirandola condotto alla Secchia, dove questa sbocca in Po, il celebre Canal-bianco prolun-

Naviglio di Cento.

gato ed unito al Tartaro, la Fossa d'Ostiglia, tanti emissarj de' laghi resi navigabili, e tanti porti-canali aperti circa il medesimo tempo nel littorale Adriatico. In somma l' Italia è stata la prima, la quale e col coraggio e con l'ingegno seppe far servire questo instabile elemento dell' acque alla sua felicità ed al suo risorgimento, dopo il decadimento del Romano Impero; e fu parimenti la prima ad insegnare alle nazioni forestiere quell' arte, ch' essa non aveva altrimenti imparata, che da' soli fatti e tentativi suoi, e dalle sole sue sperienze, sulle quali diè ella lo stabilimento alla scienza idrostatica.

Italia precede alle altre nazioni.

Verso la fine del secolo decimo quinto lo stesso genio di navigazione e di commercio valicò l'Alpi, trapassò alle Provincie dell' Olanda e delle Fiandre, entrò nella Francia, ove l'invenzione de' sostegni nata sotto altro clima, fu applicata la medesima all' uso de' suoi canali navigabili, con uno sfoggio anche maggiore di magnificenza degna di quegli Augusti Sovrani. Al gran Canale di Briarè si diè cominciamento sotto Enrico IV; e venne perfezionato sotto Lodovico XIII in lunghezza di undici leghe, e colla comunicazione della Loira con la Senna. La pendenza del suo corso è tanta, che a moderarla, ed a ridurla a legge di navigazione si posero in opera 42 chiuse, o sostegni amovibili, da' quali si dà il passaggio alle barche o nella scesa, o nella salita, come si costuma. Il Canale d' Orleans fu intrapreso nel 1675, per aprire altra nuova comunicazione della Senna colla Loira; ed a sostenerne le sue acque non vi volle meno che della costruzione di 20 chiuse.

L'uso de'Canali navigabili trapassa nella Francia.

Canali di Briarè e d'Orleans.

La più grande però e maravigliosa intrapresa fu quella dell' unione de' due mari, la quale al tempo stesso sarebbe riuscita delle più vantaggiose alla Francia, se alla grandezza del progetto avesse corrisposto pienamente la felicità dell' eseguimento ed il premeditato antivedimento a tutte le disfavorevoli circostanze: ciocchè in tutte le cose umane, massimamente se ardue, non può conseguirsi interamente. L' unione adunque de' due

mari

mari Mediterraneo ed Oceano per mezzo del Canale di Linguadocca, fu progettata sotto Francesco I, Enrico IV e Luigi XIII, ed intrapresa e finita sotto Luigi XIV. Il canale ha il suo principio da un conservatoio di quattro mila passi di circonferenza e di 80 piedi di profondità. Questo riceve le acque della montagna Nera, le quali scendono a Naurouse in un gran catino di dugento tese di lunghezza, e di cento cinquanta in larghezza, rivestito di pietre tagliate; e quì ha principio il punto di divisione, donde le acque si distribuiscono a destra ed a sinistra in un canale di sessanta quattro leghe di lunghezza, dove scaricano molti piccoli fiumi; e sono sostenute in diversi tratti da cento quattro conche: ma le otto conche, che sono vicine a Besiers, formano un bellissimo spettacolo d'una cascata d'acque di cento cinquanta sei tese in lungo, sopra undici tese di pendío.

Celebre Canale di Linguadocca.

Questo canale in molti luoghi si è condotto sopra acquidotti, e sopra ponti d'una altezza incredibile, i quali tra' loro archi danno passaggio ad altri fiumi: altronde il canale medesimo è tagliato nel sasso vivo, quando alla scoperta, e quando a volta per la lunghezza di più di mille passi: si unisce da ùna parte alla Garonna presso a Tolosa; e d'altra parte attraversando due volte l'Auda, passa tra Agde e Besiers, e va a finire nel gran Lago di Tav, che si estende fino al Porto di Cette.

Quest' opera sarebbe paragonabile a tutto ciò, che i Romani tentarono di più grande, se avesse potuto interamente secondare il grande oggetto della comunicazione di commercio e di navigazione da un mare all'altro. Ma quando le grandi opere sonosi eseguite, è facil cosa a quelli, che le contemplano, l'immaginarsele e più perfette, e più corrispondenti al fine primario; ed allora è che l'occhio vi scuopre quegli ostacoli, i quali si erano trascorsi dalla teoría del progetto. Alla grandezza ed al carico delle barche, che vi dovrebbero far passaggio, si è riconosciuto che di molto maggior copia d'acque dovrebbe essere provveduto il Canale suddetto di Linguadocca; al qual fine sa-

Imperfezioni del medesimo:

rebbe ſtato neceſſario un conſervatoio più capace, canal più largo, e conche, cioè ſoſtegni più grandi: ma dopo le immenſe ſpeſe già fatte non rimaſe più luogo ad altro nuovo miglioramento. S'aggiugne un' altra imperfezione riferita dal Salmon, che dove il canale va ad isboccare nel Mediterraneo, s'incontra nelle coſte di Agde, le quali hanno poco fondo pe' vaſcelli, nè vi ſi poſſono accoſtare; e molto più perchè il Golfo di Lione è ſempre burraſcoſo. Il medeſimo canale fu progettato nel *1666*, e dimoſtrato praticabile con una moltitudine di ſperienze fattevi ſulla faccia de' luoghi da Franceſco Riguet, dal quale fu terminato nel *1680*. Ma tutte queſte ſperienze rimaſero troppo all' indietro del fatto, e di quella proporzione, che dovea ſerbarſi tra il corpo d'acque, e la grandezza e peſo delle barche maggiori.

Artifizio delle ſue Conche niente differente da quello de' noſtri Navigli.

L'artifizio delle conche del Canale di Linguadocca è il medeſimo che quello, che poſe in opera più d'un ſecolo prima l'Architetto Meda nel Naviglio di Paderno ſull' Adda, ove alla vaſca del paſſaggio delle barche vi aggiunſe l'altra laterale, per accelerarne ora il riempimento, ed ora il votamento, come diraſſi a ſuo luogo.

Molto prima però de' canali di Francia, i Paeſi Baſſi dell' Olanda e delle Fiandre gran copia di canali di navigazione avevano già introdotto tra quelle Città commercianti, atteſa la comodità non ſolamente de' fiumi, ma del mare medeſimo, il quale gonfiandoſi col fluſſo, dirige la ſua corrente ſu per l'alveo, e per ſe medeſimo dà la ſpinta, e ſpalanca le porte de' ſoſtegni ſituati ſul ſuo littorale; ed abbaſſandoſi col refluſſo, le chiude con la corrente contraria; e così ſi mantiene ſempre nel canale l'altezza d'acque capace di navigazione.

Canale di Pietro il Grande di Moſcovia.

Lo ſteſſo Pietro il Grande Imperadore di Moſcovia non in altra guiſa potè fondare il vaſto ſuo Impero, e toglierne la ſelvatichezza ed arricchirlo, fuorchè con la navigazione, e col commercio interno de' fiumi e de' canali, ed eſterno col mare; e fra le altre ſue intrapreſe in queſto genere, avendo egli oſſervato che Ladoga, gran

lago

lago dell' Imperio Ruſſo tra la Carelia al nord, l'Ingria e la Provincia di Novogrod al mezzodì, non era navigabile nella parte meridionale, fece egli ſcavare con immenſo travaglio un canale, pel quale ſi navigaſſe a San Petersbourg, e mettendo capo al fiume Volchova ſi proſeguiſſe la navigazione fino ad Aſtracan. Altri canali ordinò egli nelle Provincie del ſuo vaſto Impero per unirne le forze, e farle maggiori: ma prevenuto dalla morte laſciò almeno a' Succeſſori già poſto in carriera quell' ingrandimento, al quale in brieve tempo è ſalito a noſtri dì l'Imperio Ruſſo.

Seconda Parte della Introduzione.

Ma è tempo omai di troncare il filo della Storia de' Canali navigabili, e di far paſſaggio al metodo, ch'io ſarò per tenere nella loro trattazione; ciò che è l'oggetto della ſeconda Parte di queſta Introduzione. Perocchè il dettone fin quì può ſoltanto baſtare a far comprendere quale ſia la più intereſſante parte della ſcienza de' fiumi, che è l'arte de'Canali artifiziali: ma quale ſiane ſtato il ſuo incominciamento e progreſſo, e ſu quali regole ſiaſi perfezionata; è appunto quello, che ci rimane a dire: la ragione ſi è, perchè l'Architettura de'Canali navigabili, com'è avvenuto a tutte le altre naturali ſcienze, non è ſortita alla luce ne' più lontani ſecoli, ſe non bambina e vacillante; nè ſi è a noi tramandata ſubito nella ſua perfezione. I primi rozzi diſegni ſi cavarono da quelle naturali diramazioni, che già ſanno i fiumi maggiori: ſe ne oſſervò l'origine, e da quali cauſe dipendeſſe il loro ſtabilimento e durata; e ſe ne traſportò poſcia il modello alle artifiziali diverſioni, che ſono appunto i Canali navigabili; giacchè ogni arte non è altro che una imitazione della natura: ſi correſſero i primi falli nel progreſſo de' tempi; ed i ſecondi penſieri hanno migliorato le prime teorſe. Le regole, le quali poſcia ſi ſcriſſero da' Profeſſori ſulla derivazione de' nuovi canali, furono una copia di quelle originali leggi, che di mano in mano ſi ſono ite ſcoprendo dalle medeſime naturali diramazioni de' fiumi; e ſonoſi applicate or ad una diverſione artifiziale, ed or all'altra; e però i Naviglj già fatti e ſuſſiſtenti, ci danno

Origine delle artifiziali diramazioni.

no

no un canone il più ficuro di tutto quello che debbafi offervare in qualfivoglia nuova formazione, che ci avvenga di fare; e quefti fono i libri e gli efemplari da confultarfi dall' Architetto, acciocchè la teorìa fua non fia difgiunta dal vero appoggio, che è il fatto e la fperienza.

Regole più univerfali cavate dalle fperienze già fatte.

La Storia adunque, quale ho premeffo, non è una vana oftentazione di notizie, ma è una fcuola più univerfale dell' Arte de' Naviglj. Qualfifia canale già fatto, che fi produrrà in efempio, varrà d' infegnamento a fciorre le particolari difficoltà, che s' incontraffero in altro fimile da farfi; e quindi non fi urterà in quell' errore famigliare agli Scrittori fpecolativi di non adattare il regolamento de' canali all' indole de' fiumi, da' quali fono derivati. Si fa che quafi ogni fiume fi appropria le fue particolari immutabili leggi; e chi non le ftudia attentamente, perde l' opera ed il tempo: altri corrono torbidi, ed altri ghiaiofi: quefti giù fcendono precipitofi da balze e dirupi; quelli più tranquilli e cheti fi muovono: alcuni corrono pericolo di riempimento; ciò che è fempre lo fcoglio de' Canali navigabili; ed altri all' oppofto farebbero difpofti ad attrarre a fe tutto il fiume con rovina del canale medefimo. Come fienfi con l'arte bilanciati e regolati quefti eftremi in tanta varietà de' canali derivati da' fiumi maggiori, lo vedremo partitamente; e fu quefto più univerfale e più autentico libro della Storia de' Naviglj, noi fifferemo le regole più accomodate a' cafi particolari. Un' occhiata daremo fempre allo fperimento già fatto, ed un' altra al difegno dell' operazione, che fi va meditando, conforme al modello.

Sperienze de' nuovi Canali riferbate a' foli Principi.

Nè con altro metodo, che con quello delle fperienze, fi può infegnare la Scienza Idraulica de' Canali. Ma il punto della difficoltà fi è, che codefte fperienze non fi poffono rinovare agiatamente da' Profeffori come e quando lo richiede la ricerca delle cofe; ciocchè faffi negli fperimenti della luce co' prifmi, e delle affezioni dell' aria col voto, e della elettricità de' corpi colle confuete macchine, e d'ogni altra naturale fcienza. All' oppofto le

fpe-

ſperienze de' nuovi fiumi e de' nuovi canali in tutte le loro ſvariate circoſtanze non ſi rinovano, che di ſecolo in ſecolo una qualche volta, e ſol quando o le Provincie, od i Principi mettono mano al pubblico erario per farne l'imprendimento. Quanto più rare adunque ſono le operazioni de' nuovi canali nel corſo di più ſecoli, tanto più ſollecita ſarà la cura dello Scrittore di raccoglierle, e di proporſele ad una ad una, e di eſaminarne l' invenzione, l' uſo e la condotta, per cavarne le regole dell' arte. Oſſerverà egli quali avvertenze ſienſi avute nella ſcelta del primo incile della derivazione dal fiume principale, e nell' attraverſarlo con chiuſa, per obbligare parte del fiume ad imboccarne la nuova apertura: oſſerverà la poſizione, la moltiplicità e l'attitudine degli sfogatori ad iſcaricare dal Naviglio, non meno le piene, che la copia delle materie, le quali ſi conducono dal fiume; e dove il corſo del Naviglio venga interrotto da cadute, ſi farà più attenta rifleſſione all' artifizio de' ſoſtegni amovibili per conſervare immutabile quella pendenza di fondo, che è neceſſaria alla navigazione. Tutte queſte ed altre difficiliſſime regole ſono ſtate e ſcoperte ed adoperate dall' ingegno degli antichi Architetti, e ſono concorſe a formare quell' arte utiliſſima, della quale ci faremo a ragionare. La ſola noſtra Italia ci apre una ſcuola delle più rilevanti oſſervazioni. E perchè tant' altri canali, i quali all' imitazione de' noſtri furono coſtrutti e nella Francia e nelle Fiandre, non contengono artifizio diverſo dal primo originario, che loro diede l' Italia; io più frequentemente mi fermerò negli eſempj domeſtici, da' quali ſe n' è derivata l' arte.

Oſſervazioni da farſi ſu gli antichi Canali.

Nè de' noſtri canali ſi proporrà ſoltanto la prima naſcita, per così dire, ma il loro progreſſo e miglioramento; e quali nuove difficoltà ſi ſcopriſſero nel loro uſo, non prevedute nel primo diſegno, e con quali mezzi ſe ne procuraſſe quella ſtabilità, che ora abbiamo. Tutto quello, che è ſtato frutto di tempo, di oſſervazioni e di ſperimenti, ſarà quì da me raccolto

 in

in questa trattazione, la quale sarà forse un altro bene di sollevare molti Leggitori a comprendere quelle arduità, che sfuggono ordinariamente dall' occhio di chi rimira materialmente l' effetto, senza penetrarne le cause, dalle quali è sortito.

Instabilità de' semplici Rami de' fiumi.

Prima però di ragionare de' canali manofatti, mi farò alquanto più indietro nel primo Capo a considerare i semplici rami, ne' quali si dividono i fiumi maggiori, e segnatamente quell' equilibrio di cagioni, che concorrono a mantenerli, e quale sia lo sconcerto, o prevalenza di forze, che di nuovo li riunisce in un medesimo canale. Cotesto avvicendamento delle naturali diramazioni ha poscia scoperto agli Architetti con quali regole si stabiliscano le loro diversioni ne' canali artefatti, e se ne impedisca o il riempimento loro, o l'abbandono: ciocchè sarà il soggetto de' seguenti Capi.

CAPO I.

Della divisione de' Fiumi in più Rami, e delle cagioni della loro conservazione.

A natura è sempre quella, che precede a tutte le arti, ed a queste ne porge il modello: gli uomini poi sulle tracce de' suoi insegnamenti, hanno emulata la medesima con somiglianti operazioni, e ne hanno propagato l'uso a comodo della vita umana. Così è intervenuto nella grand' arte di condurre canali regolati. Osservarono da prima gli uomini con quali mezzi si fossero aperti tanti comodissimi rami de' fiumi, senza verun artificio, e come ricevessero le acque dal loro tronco principale, e si appropriassero per sola legge di natura le prerogative del fiume, dal quale si partono; e su questi medesimi principj stabilirono le teorie delle artifiziali diramazioni. A procedere però con giusto metodo, mi so quì ad esaminare su quali regole e circostanze la natura de' fiumi si abbia aperti tanti rami, e con quali forze se li mantenga, per applicare queste medesime regole alle artificiali diramazioni di tanti canali regolati e navigabili, introdotti dall' industria degli uomini o ad uso delle irrigazioni, o del commercio, o di far muovere edifizj diretti a diverse sorti di lavoro.

Prima origine delle artifiziali diramazioni.

Ed acciocchè il Leggitore, anche prima d'inoltrarsi a ciascuna parte delle materie, nelle quali è ripartita tutta l'Opera, s'anticipi il piacere di poterne comprendere in una sola occhiata lo scopo, e la connessione delle proposizioni risguardanti or l'uno, or l'altro di quegli accidenti de' fiumi, che si vogliono quivi esaminare; premetterò sempre ad ogni Capo il Sommario ed il saggio delle dottrine e degli sperimenti, che vi si contengono: ciò che molto

molto vale a destare la curiosità ed il buon genio de' Leggitori, a' quali, come la geografia de' paesi a' viaggiatori, così questo brieve cenno discuopre le vie, sulle quali si hanno eglino ad incamminare, e gli sollecita a prender le mosse.

SOMMARIO.

Da quale concorso ed uniformità di cagioni sieno originati diversi rami de' fiumi, e si mantengano costantemente. Esempj e cagioni della conservazione d'alcuni rami, e delle vicende d'altri. Pericoloso consiglio de' nuovi taglj de' fiumi. Assorbimento di tutto il fiume pel ramo più favorevole. Fatto memorabile dell' abbandono di Po grande del ramo di Ferrara. Ritiramento dell' Adda dal ramo sinistro, più disposto ad imboccare felicemente il Canale di Muzza sotto Cassano. Necessità de' respingenti, e de' sostegni per uguagliare le condizioni delle diramazioni. Corta durata de' rami ne' fiumi torbidi, e cagione più universale del loro riempimento. Ne' fiumi d'acque chiare compenso reciproco di condizioni favorevoli e contrarie, e più lunga conservazione de' medesimi rami. Esempio delle diramazioni del fiume Chiese sul Bresciano. Effetti dell' unione d'acque chiare con le torbide. Esempio del Canal-bianco mal applicato al ramo del Poatello. Errore comune nell' espansioni de' fiumi a fine di abbassare l'altezza delle piene. Diminuzione del corpo d'acque, quando scemi l'altezza de' fiumi, e quando no. Caso unico dell' utilità della diversione. Regola falsa del Sig. Gennetè applicata a tutte le diversioni. Sentimento contrario del Castelli e del Guglielmini.

PROPOSIZIONE I.

Se un fiume nel suo corso s'incontrerà in un tratto di terreno assai basso sulle sue sponde disarginate, e di uguale caduta del medesimo fiume, e di egualmente spedita introdu-

duzione, e di uniforme resistenza del fondo e delle rive; il fiume da questo lato si aprirà un ramo, vi entrerà in parte, e seconderà la stessa caduta, fino a rientrare nel fiume, dond' è partito, ovvero a proseguire il suo corso in altra parte.

Concorso di cause alla stabilità de' Rami.

QUesta uniformità di circostanze è stata la prima origine di tutte le diramazioni de' fiumi; e da questa uguaglianza dipende la perpetua conservazione dei rami, ne' quali si divide il tronco primario d'un fiume: ciocchè ho potuto osservare ne' miei viaggi in que' rami, ne' quali si sparte il Danubio sotto Vienna ed altrove, e che si mantengono per più secoli, attesa l'uguaglianza della caduta, della imboccatura e di tutte quelle circostanze, le quali od accrescono, o conservano, o ritardano la velocità delle acque, che scorrono per essi.

Dove però tutte queste circostanze riferite nella Proposizione, ed annoverate ancora dal Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi, non concorrano unite; qualunque naturale diramazione di fiume si arresterà, e sarà soggetta a vicende d'asciugamento. Un solo esempio riferirò quì d'un nostro domestico fiume, qual è il Ticino, per quell'ammaestramento, che ci può dare in casi somiglianti, e per confermare vie più quanto ho scritto, pochi anni sono, in proposito delle controversie insorte intorno al pericolo del suo totale sviamento dal ponte, e dalle mura di Pavia, sotto le quali decorre. Superiormente alla Città il Ticino si sparte in un suo ramo denominato *Gravellone*, il quale attraversando tutta la Valle Lucertina, torna ad isboccare nel fiume primario, alquanto al di sotto del suo celebre ponte. La caduta di questo ramo è la medesima di quella del fiume principale; imperocchè dal suo punto di diversione ricade allo stesso termine dell'alveo comune: ma la sua imboccatura per naturale costituzione della situazione, non può ricevere fuorchè le acque alte di semplice espansione del fiume; nè può essere secondata dal filone, il quale è diretto in altra parte a continuare il suo corso sotto il ponte di

Vicende del Ramo del Ticino, e perchè.

Disuguaglianza d'imboccatura.

di Pavia, ove l'alveo si mantiene per questa ragione più profondo e scavato fino all' ultimo suo sbocco in Po in breve distanza. Da questa semplice disuguaglianza e difetto d'imboccatura ne nascono tutte le alterazioni di questo ramo, ora pienissimo, ed ora asciutto. Imperocchè nel tempo delle massime escrescenze del Ticino il Gravellone assorbisce gran copia d'acque, e decorre cotanto gonfio, che di pochissimo si dissomiglia dal fiume principale: la ragione si è, perchè la contemporanea escrescenza del Po stendendo su per lo sbocco del Ticino il suo alto ringurgito fino all' imboccatura di questo ramo, solleva quivi il pelo della viva corrente, la quale perciò è obbligata a rovesciarsi nella bassa valle, e ad investire il ramo già aperto: ma questa è un' apparenza effimera. Con quella stessa proporzione, colla quale si ritira il ringurgito di Po, e si abbassa la piena del Ticino, il filone del fiume conservando sempre la sua immutabile direzione al ponte, si trae dietro il maggior corpo d'acque, le quali poco a poco si vanno ritirando ed inalveando dove le invita la maggiore profondità. Di quì è che quel Gravellone, il quale pareva che in acque alte volesse assorbire e divertire a se tutto il fiume, in acque basse scorre scarsissimo, e spesse volte asciutto.

Ringurgito di Po cagione accidentale delle sue piene.

Per questa ragione ho dimostrato, anni sono, in una mia Visita e Relazione all' Eccellentissimo nostro Governo, quanto falsi fossero i timori di quegli, i quali presagivano che tutto il Ticino dovesse in breve ripiegarsi per questo ramo nella Valle Lucertina, ed abbandonare il ponte di Pavia; e perciò consigliavano grandiose operazioni di nuovi taglj, per impedirne a tempo il disordine. Dissi allora rivolto a quelli, che intervennero nella Visita; dissi che osservassero attentamente il corso superiore del Ticino, e la immutabile costituzione delle sue stabili rive e de' suoi risvolti; e si sarebbero tosto ricreduti dell' errore, che il fiume Ticino in verun tempo potesse rivolgere la direzione del suo filone ad investire il ramo del Gravellone, e ad isviarsi dal ponte di Pavia: dissi che già da più

Vani timori dello sviamento del Ticino in questo Ramo.

secoli

secoli si erano rinovate le stesse apparenze senza la minima conseguenza; che queste erano l'effetto di un accidentale traboccamento nella Valle Lucertina e nel Gravellone, nel caso che il ringurgito delle piene di Po sostenesse ad altezza soverchia le piene del Ticino; ma che cessato questo temporaneo sostegno, le acque tutte erano ritornate sempre nel primiero loro corso, dove le invitava e l'alveo più profondo, e la direzione del filone: e siccome la Visita mia fu eseguita appunto in tempo di state e d'acque magre del Ticino; questa circostanza mi giovò assaissimo per isgannare molti increduli del paese, a' quali io poteva sul posto additare nel letto asciutto del Gravellone, quanto più alto fosse il suo fondo di quello del fiume principale, il quale decorreva tuttavia ricco d'acque, e quanto lontano fosse il pericolo del suo sviamento in questo ramo.

Disuguale resistenza allo scavamento.

Simigliantemente, se la diversione d'un fiume s'incontrerà in un tratto di terreno di maggior resistenza, sicchè non se lo possa in verun tempo scavare, ed abilitare alla uniforme caduta appropriata al fiume; cotesto ramo non sarà capace in ogni stagione di attrarre le acque, e di mantenervisi costantemente. Per tutte queste ragioni nel corso de' fiumi maggiori quante vestigia noi osserviamo de' loro rami o inariditi, o riempiuti e resi inoperosi? Troppo difficile e raro si è il congiungimento di tutte quelle cagioni, che gli stabiliscono; ed io stesso perciò con altrettanta ritrosia sono stato sempre alieno da simiglianti progetti di nuovi taglj, con quanta facilità si odono proporsi da certuni o poco sperimentati, o più azzardosi.

Progetto di nuova diramazione di Po grande:

In fatti nella grande controversia dell'inalveazione del Reno di Bologna e degli altri torrenti torbidi nel Po di Primaro, cioè nell'alveo abbandonato di Po, fra molti svariatissimi progetti, i quali caddero in mente a' più celebri Matematici, non fu certamente l'ultimo quello di derivare dal Po grande alla Stellata un suo ramo, e di condurlo per alquante miglia ad isboccare in quest'alveo abbandonato dell'antico Po di Primaro, non meno per impedire l'ulteriore suo interramento per le torbide de' torrenti, i

quali

quali vi si dovevano introdurre, che per accrescere nuova forza allo scavamento col maggior corpo d'acque. Così progettò il chiarissimo Matematico Sig. Perelli nella celebre Visita del Sig. Cardinale Conti l'anno 1761, e nella sua stampata Relazione, con queste parole. *Resterà sempre per ultimo un altro rimedio reale e sicuro, cioè il far capitale delle acque perenni di Po grande, derivandone un ramo vicino alla Stellata, e conducendolo ad unirsi col nuovo fiume, il quale allora accresciuto di portata, acquisterebbe forza bastante per spingere al mare le sue torbide, senza deporre l'arena e la terra per istrada. Questo pensiere non può dirsi nuovo, essendo stato proposto, un secolo fa, dal famosissimo Astronomo Gio. Domenico Cassini, e riprodotto un' altra volta dal Sig. Eustachio Manfredi di sempre chiara memoria, nelle conferenze tenute per gli affari del Reno l'anno 1725 nella Città di Faenza, coll' approvazione dei due celebri Abbati, Grandi e Galiani, l'uno e l'altro Matematico Pontificio*. Così egli.

Ma qual altro progetto era più incerto di questo? Chi poteva presagire la sussistenza al progettato ramo di Po, nè meno per pochi mesi, e chi assicurarne la costante introduzione in tanti serpeggiamenti e cambiamenti del corso di Po or sotto una riva, ed or sotto l'altra? Quante volte cotesto ramo sarebbe rimasto asciutto negli ordinarj abbassamenti del pelo di Po, e disposto ad interrarsi in ogni scemamento delle sue acque, e della sua velocità? Con quanto dispendio era d'uopo che se ne profondasse il suo alveo a segno di poterne attrarre le acque dal fondo bassissimo del Po alla Stellata? Quanto sconcerto alla felice introduzione di questo ramo avrebbe cagionato il semplice vicino sbocco del torbidissimo Panaro? Non era certamente questo un progetto nè di praticabile esecuzione, nè tampoco di lunga durata. Grazie a Dio, fra tanti ripieghi progettati inutilmente nel corso di 160 anni, questo fortunatamente non si è eseguito; ed io stesso l'ho riprovato nel mio Voto sull' affare di Reno l'anno 1766. Intanto ho voluto farne quì un cenno, per difin-

Sua incertezza.

ſinganno di que' Profeſſori, i quali acconciando alle loro aſtratte teorie i fatti contrarj della natura de' fiumi, proclivi ſono a conſigliare ſimiglianti intraprendimenti di nuovi rami da cavarſi da' fiumi maggiori o per uſo di navigazione, o per altro vantaggio, ſenza riflettere alla ſomma difficoltà, che s'incontra aſſai volte per farli ſuſſiſtere lungo tempo.

Pericoloſo conſiglio di nuove diramazioni.

Egli è vero che di altre coſtanti diramazioni da' fiumi maggiori abbiamo non pochi eſempj nella Storia naturale; e tra gli altri, il Sig. Gennetè nella quarta parte della ſua lettera idroſtatica riferiſce il corſo del Reno diviſo in più tronchi da Emmerich ſino al mar Germanico, o ſia Belgico. Racconta egli che inferiormente alla Città d'Emmerich il Reno ſi divide in due parti preſſochè eguali, le quali formano ognuna d' eſſe un ramo navigabile. Uno di queſti rami paſſa da Nimega col nome di Vahal, e riceve la Moſa a Worcum; e queſto corpo d'acque corre ſino a Dort e Crimpen col nome di Meruva: l'altro ramo del Reno bagna Heuſſen; poi ſi divide per formare il canale, o Foſſa Druſiana, che lo conduce nell' Yſſel. Di tutte coteſte diramazioni o naturali, od artifiziali, dopo più ſecoli ſe ne riconoſce la ſuſſiſtenza anche al dì d'oggi, e la loro utilità nella eſtenſione della navigazione: ma queſte non danno regola certa all'Architetto per decidere di qualunque altra diramazione; ſe la medeſima non ſia fondata nella natura, cioè nel compleſſo delle cagioni coſpiranti, da me ſopra eſpoſte col Guglielmini, vale a dire, nelle condizioni *di eguale caduta del fiume principale, di egualmente ſpedita introduzione, e di uniforme reſiſtenza del fondo*: coſe tutte difficiliſſime a combinarſi in molte altre diramazioni, le quali ſi conducono ad isboccare o nel medeſimo fiume, od in altro recipiente.

Cagioni coſpiranti alla ſtabilità di altre diramazioni.

PROPOSIZIONE II.

Se un ramo di fiume verrà in progresso acquistando condizioni sempre più vantaggiose per rapporto alle condizioni dell' altro, cioè maggiore felicità di corso e dilatazione e profondamento, senzachè una tale prevalenza possa arrestarsi; sarà necessario che il medesimo ramo assorbisca col tempo tutta l'acqua del fiume, e che l' altro ramo sia interamente abbandonato.

A Queste vicende soggiacciono tutti i rami de' fiumi Reali, quali veggiamo talvolta incamminarsi per altri corsi e letti. Un esempio memorabile abbiamo del Po grande. Prima del 1152 non contavasi altro Po, che quello di Ferrara, il quale poi diviso in due rami, cioè il Po di Volano ed il Po di Primaro, conducevasi ad isboccare nel mare Adriatico non molto lungi da Ravenna. Gli Storici Ferraresi riferiscono la prima origine del Po di Venezia e di Lombardia ad una rotta seguita nell'anno 1152 tra la Stellata e Ficheruolo alla sinistra del Po; la qual rotta, 50 anni dopo, da un certo Sicardo da Ficheruolo con taglio manofatto fu rinovata; onde voltatasi la corrente da quella parte, si venne a poco a poco ampliando e profondando il canale, il quale prima era assai angusto, e quindi a formarsi il ramo di Venezia; e come quello che aveva corso più breve e più veloce, crebbe col proseguimento del tempo; ma si richiesero più secoli, prima che si riducesse alla presente capacità.

Fatto memorabile d'assorbimento del Fiume primario nel suo Ramo.

Si mantennero dunque li due rami del Po di Ferrara e del Po di Venezia in una specie di equilibrio, amendue profondi e navigabili da ogni sorta di legni, fino alla metà del secolo decimo sesto, nel qual tempo si osservava che il Po di Ferrara andava manifestamente dimagrando, e impoverendosi d'acque, le quali venivano per la massima parte assorbite dal ramo di Venezia più rapido e profondo; e nello stesso tempo il ramo di Ferrara rallentava di corso,

Durata de' due Rami di Venezia e del Primaro.

Primo sconcerto d'uguaglianza.

so, e si rialzava di fondo, di modo che si era reso ormai impotente a sostenere i legni di maggior carico, con pregiudicio della navigazione e del commercio. Non mancò l'ultimo de' Duchi di Ferrara Alfonso Secondo di fare ogni sforzo per impedire la totale deviazione del Po di Ferrara, avendo egli a questo effetto fatte fabbricare con gravissima spesa grandiose palizzate, pretendendo con esse di rispingere le acque, le quali in troppa abbondanza entravano nel ramo di Venezia, ed obbligarle ad incamminarsi per il ramo di Ferrara: ma cotesto tentativo cadde in vano; essendo state ben presto scalzate e distrutte dalla forza di sì gran fiume, superiore a questa sorta di ripari. Nello spazio di non molti anni la scarsezza dell' acqua e l'interramento dell'alveo del Po di Ferrara giunsero a segno, che il Reno ed il Panaro entrandovi colle loro piene, invece di continuare il cammino verso l'antica loro foce in mare, rivolgevano per la massima parte le acque al contrario del corso del recipiente, andando a ritrovare il Po di Venezia alla Stellata. Finalmente mancò affatto nel ramo di Ferrara l'influsso dell' acque del tronco del Po superiore alla Stellata, fuori solamente del tempo delle piene; finchè tolta ogni comunicazione con l'intestatura al Bondeno consigliata dal celebre P. Abbate Castelli, divenne quasi cadavero di fiume, con perdere l'antica denominazione, venendo volgarmente chiamato a distinzione del Po grande, o di Venezia, col nome di Poatello.

Inutile sforzo de' Duchi di Ferrara.

Parrà difficile a molti il concepire, come il Po di Ferrara, dopo essersi mantenuto per lo spazio di quattro secoli profondo, e ricco d'acque a fronte del Po di Venezia, abbia potuto nel termine di 60 anni perdere l'uguaglianza di pendenza e di corso col ramo di Venezia, e per conseguenza il suo profondamento coll' intera sua diversione nel ramo prevalente. Una delle origini di questo sconcerto d'equilibrio fra due rami è stata prodotta dal dottissimo Sig. Perelli Professore di Matematica nella Università di Pisa. Egli nella sua Relazione al Sig. Cardinal Conti sull'affare del Reno, la risonde nel prolungamento di

Prolungamento di linea del Po di Ferrara.

linea del Po di Ferrara ſopra il ramo di Venezia, e nel ſuo ſcemamento di pendenza: così egli ſcrive. *Convien riflettere al prolungamento della linea dello ſteſſo Po di Ferrara, medianti le arginature fabbricate dai Duchi per ottenere la bonificazione del Poleſine di S. Giorgio, e l'utile della peſcagione nelle Valli di Comacchio. Non vi è dubbio che il Po di Ferrara anticamente ſi ſcaricaſſe nelle paludi dette i ſette mari, le quali col pelo ſi ſpianavano ſopra il livello del mare; ed avendo riguardo alla loro ampiezza, dovevano ſtenderſi alla diſtanza di poche miglia dalla Terra di Argenta, dalla quale la foce del Primaro è ora lantana più di 25 miglia; di modo che il prolungamento della linea di Po, medianti le arginature, non ſarà ſtato meno di 15, o di 18 miglia; e la caduta del pelo del Po della Stellata alla diſtanza dello sbocco antico del Po nelle paludi di Argenta, dovette neceſſariamente diminuirſi d'altrettanto, quanto importa la caduta del Primaro nelle ultime 15, o 18 miglia del ſuo corſo. Non è dunque da ſtupire, ſe le acque del Po grande, ritrovando farſi ſempre minore la declività dalla parte del ramo di Ferrara, che da quella del ramo di Venezia, ſi rivolſero finalmente a queſt'ultimo, abbandonando quaſi totalmente il primo.*

Così pensò e ſcriſſe il dottiſſimo Perelli; e ſomiglianti prevalenze, ora di pendenza, ora di più felice imboccatura, ed altre tali introdotte nel progreſſo de' tempi o dall' arbitrio degli uomini, o dalla natura, ſon poi quelle, che fanno que' grandi cambiamenti del corſo de' fiumi ſulla faccia della terra, come ci è paleſe dalle Storie.

PROPOSIZIONE III.

Se un fiume, che porti ghiaie, o torbide, diviſo in due rami, ſi verrà in progreſſo di tempo accreſcendo le condizioni favorevoli all' uno di eſſi; non in altra guiſa potrà impedirſene la totale diverſione del medeſimo, fuorchè con opere manofatte di ſoſtegni, i quali o re-

o restituiscano il primiero equilibrio delle condizioni de' due rami, ovvero volgano interamente il fiume in quell' unica diramazione, la quale si reputa la più vantaggiosa o alla navigazione, o ad altro uso.

Incostanza de' Rami originata dalla qualità del fiume primario.

TUtti li fiumi, i quali menano o torbide, o materie pesanti sul fondo loro, non possono lungamente mantenersi quell' equilibrio, del quale abbiam parlato nella Proposizione I., di condizioni egualmente favorevoli alla stabilità di due, o più rami. Cagione di questo frequente sconcerto si è la qualità del fiume, il quale traendo seco o materie sottili e terree incorporate coll' acque, o materie ghiaiose e pesanti sul fondo, le va deponendo, massimamente al calar delle piene, or quà or là nell' alveo suo; e dove alza dossi di ghiaie, e dove forma gomiti respingenti alle rive; e dietro queste variazioni del fondo seguono le alterazioni dell' andamento del fiume, il quale si ripiega ad imboccare più un ramo, che l'altro, ed a volgere poco a poco tutto il filone ad incamminarsi per quella via, verso dove preponderano le condizioni favorevoli ad un corso più spedito. Coteste vicende, quando non recano pregiudicio veruno, si soffrono con indifferenza, nè gli uomini si crucciano per impedirle; ma si considerano come soliti scherzi della natura de' fiumi.

Unico spediente per conservare il Ramo più importante.

Non così, se lo sviamento d'un ramo o tolga la navigazione necessaria da quel lato, ovvero sconcerti il corso posteriore del fiume principale diretto ad imboccare un qualche altro canale, anche di semplice irrigazione, che se ne derivi. Allora è che a ridurlo allo stato del suo antico corso è d'uopo di ricorrere all' arte, la quale prevalga agli ostacoli della natura. Produrrò alquanti esempj, come io sempre costumo di fare, i quali sono poi quegli unici, che sviluppano la teoría, e la rendono trattabile. Un tale nocivo cambiamento di corso si vide, pochi anni sono, nel fiume Adda con danno gravissimo del gran Canale di Muzza derivato dal medesimo fiume, e so-

ſtenuto a queſto fine da una maravigliosa traverſa; e dirò come ne ho conſigliato e reſtituito il vecchio corſo dell'Adda. Queſto fiume ſotto Gropello, un miglio ſopra il canale di derivazione della Muzza, dividevaſi in due rami, l'uno aſſai minore a deſtra denominato il *Rabbioſo*, e l'altro molto maggiore a ſiniſtra, pel quale decorreva il corpo primario dell'Adda, e ſi appella il *Canale de' Morti*, il quale ripiegandoſi di fianco dalle bocche del Ritorto, volgeva la maſſima parte del fiume ad inveſtire rettamente l'imboccatura della Muzza. Finattanto che il ramo, o ſia Canale de'Morti per due ſecoli ſi conſervò vigoroſo, e ricco d'acque, ancora il corſo poſteriore dell'Adda dirigeva tutta la corrente viva ad inalvearſi pel Canale di Muzza. Imperocchè dallo sbocco di queſto ramo ſiniſtro nell'alveo comune del fiume principale, il ſuo filone due volte ribattuto dalla deſtra e dalla ſiniſtra riva, portavaſi ad inveſtire l'imboccatura di Muzza ſotto il Caſtello di Caſſano, di dove le ſue acque non potevano più divagarſi altrove a traboccare con eccesso dalla creſta della ſuperiore traverſa nell'alveo continuato dell'Adda; ma tutto il corpo maggiore era già incalzato dalla corrente per l'imboccatura del canale medeſimo di derivazione. Queſto era l'antichiſſimo andamento dell'Adda per il Canale de' Morti; e da queſte incidenze e rifleſſioni della corrente ſe ne derivava tutta la felicità dell'imboccatura di Muzza, la quale ſi conſervò ſempre ſgombra dalle ghiaie, e capaciſſima di quel grandioſo corpo d'acque, che pur troppo è neceſſario all'irrigazione di tutto il vaſto Territorio Lodigiano. Quindi quegli antichi Architetti furono ſempre geloſi in ogni tempo di ſviare l'Adda dal ramo deſtro con validi Reſpingenti, come lo dimoſtrano le veſtigia delle vecchie manifatture, e di far prevalere coteſto importantiſſimo ſiniſtro ramo.

Ramo d'Adda il più favorevole all'imboccatura di Muzza:

Sua conſervazione per due ſecoli.

Negli ultimi noſtri tempi cadde in dimenticanza a' poſteriori Direttori la neceſſità di queſto andamento del fiume per rapporto alla Muzza; nè penetrando più oltre, parve a' medeſimi che ricadeſſe allo ſteſſo effetto il corſo

Abbandono del Ramo ſiniſtro.

dell'

dell' Adda o per l' uno, o per l' altro ramo: tralasciarono la manutenzione ed il prolungamento degli antichi Respingenti; e permisero che il filone dell' Adda poco a poco si accostasse al ramo destro, e si ritirasse dal sinistro, ove prestamente vi depositò gran copia di arene e di ghiaie; e quindi improvvisamente si cambiarono le vicende per rapporto alla Muzza; imperocchè da questa novità ne venne subito l' impoverimento d' acque nel susseguente canale di derivazione: e se ne avvidero della ragione gli Architetti medesimi; dacchè l' Adda sboccando allora dal ramo destro, spinse la sua corrente alla sinistra riva, dov' erano situate le bocche del canale Ritorto, le quali assorbivano gran parte del fiume, rovesciandone l' eccesso giù per l' Adda inferiore: dalla detta riva dell' Adda sotto il Ritorto riflettendosi la corrente di nuovo alla destra riva, e ribattuta da questa alla sinistra contro il sostegno, o, come dicono, *Traversino* del fiume, si deviò dall' imboccatura di Muzza tutto il filone, e si ripiegò a scaricare il maggior corpo d' acque dalla cresta della medesima chiusa.

Nuovo sbocco di tutta l' Adda pel Ramo destro.

Nell' anno 1761 per supremo comando del nostro Governo, essendo io stato chiamato a riconoscere sul posto l' origine di così nocevole variazione di questo canale, a pregiudicio di tutta la vasta irrigazione Lodigiana, esposi tosto a viva voce il mio ingenuo sentimento a' Ministri delegati; e più ampiamente lo volli dichiarato nella stampata Relazione di Muzza, e delle origini del suo decadimento: dissi che non altro progetto ci restava, che quello di ritornare alle prime vie battute dagli antichi Architetti, cioè di restituire al corso superiore dell' Adda il ramo sinistro del Canale de' Morti: che da questo solo dipendeva tutto il conseguente andamento favorevole all' imboccatura di Muzza: che questo progetto non era già una semplice specolazione incerta e vacillante, ma un fatto certissimo autenticato dalla sperienza de' due secoli precedenti e dalla ragione: che a questo scopo dovevano essere rivolte tutte le spese de' Signori Interessati.

Restituzione del corso dell' Adda al Ramo sinistro.

fatı. E perchè un somigliante ragionamento era una visibile dimostrazione dell' errore commesso ancor recente, si arresero tutti; e non ostante qualche contraddizione de' Possessori della roggia Ritorto, al cui prò ridondava tutto lo svantaggio della Muzza, si riaperse collo scavamento il ramo sinistro: ma ciò non era bastante alla riordinazione del vecchio stato del fiume, il quale avendosi profondato l'alveo superiore sotto la riva destra di Gropello, spingeva tutto il corpo d'acque ad imboccare il ramo destro. A questo fine sotto la medesima riva destra di Gropello si piantarono nell' Adda tre validi Respingenti formati di grossi ceppi e macigni, i quali regolatamente volgessero, come prima, la corrente alla sinistra, per dove il fiume si profondasse di nuovo il suo letto verso l'imboccatura del sinistro ramo; e nel corso di tre anni si vennero successivamente prolungando i Respingenti, finattanto che si vide restituito tutto il corso primitivo dell'Adda nel Canale de' Morti, e nell' imboccatura di Muzza sotto il Castello di Cassano.

Necessità di nuovi Respingenti e Sostegni:

Ho voluto registrare quì questo esempio, non meno per confermare questa III. Proposizione, che perchè non si smarrisca di nuovo ne' nostri Architetti la memoria di questo importante ramo. Pur troppo io temo che dopo le operazioni fattesi da me eseguire dodici anni sa, se ne sia trascurata da quel tempo la manutenzione, la quale in materia de' fiumi è tanto necessaria, quanto la prima costruzione; e però avverto che, se si permetterà la rovina di que' Respingenti, o sostegni, il filone dell' Adda ripiglierà nella sua incostanza la direzione svantaggiosa all' imboccatura di Muzza, con danno incomparabilmente maggiore di quell' annuale dispendio, che richiede la semplice manutenzione d' un' operazione tanto interessante.

Necessità della loro manutenzione.

Ma ritornando al caso della presente Proposizione, ognuno vede che pel continuo passaggio di prevalenza da un ramo all' altro ne' fiumi ghiaiosi, o torbidi, l'arte sola e l' opera degli uomini possono dare all' uno de'

Instabilità de' Fiumi ghiaiosi regolata dall'arte de' Sostegni.

due

due rami quella ſtabilità, che è neceſſaria al coſtante ſuo uſo, ed all' utilità, che ſe ne deriva. Col mezzo di ſimiglianti ſoſtegni e traverſe ne' noſtri familiari fiumi dell' Adda, del Lambro e del Ticino noi conſerviamo ſtabilmente molte diverſioni ad uſo de' mulini e d'altre macchine idrauliche. Molto più poi li ſoſtegni ci ſi rendono indiſpenſabili in que' fiumi, i quali da un lato decorrono rapidi e con frequenti cadute ne' loro alvei, e d'altro lato il pelo delle lor acque ſi dee alzar di tanto, quanto richiede il più rilevato livello de' piani e de' canali d'irrigazione, a' quali fa d'uopo d'imboccare parte del fiume per farlo decorrere a beneficio delle campagne vicine; come oſſerviamo ne' frequenti ſoſtegni della Muzza, i quali con vocabolo del paeſe ſi addimandano *Levate*. Come poi, ed in qual forma, e con quale ſolidità di coſtruzione ſi attraverſino i fiumi maggiori con i ſoſtegni, per derivarne canali di navigazione, lo dirò ne' ſeguenti Capi.

PROPOSIZIONE IV.

Ne' fiumi d'acque chiare, quantunque portino ghiaie od altre materie peſanti, eziandio ſenza il ſoccorſo de' ſoſtegni, più lungamente ſi conſervano le loro diramazioni di quello che avvenga ne' fiumi coſtantemente torbidi.

La ſperienza ce lo dimoſtra con una generale induzione in tutti que' fiumi torbidi, i quali decorrono per vaſte pianure; e la ſteſſa ſperienza ce ne paleſa la ragione e la cagione di queſto effetto a differenza de' fiumi d'acque chiare. Prendiamone l'eſempio dal ſempre torbidiſſimo Po. In ogni ſua maſſima piena quante diramazioni ſi aprono! ed alcune di tale ampiezza, che pare che minaccino d'ingoiarſi tutto il fiume; aſpettate un qualche meſe, ed il corſo di altre piene: voi vedrete otturati que' rami, e rivolta la corrente in altra parte. A chi viag-

Aprimento ed otturamento continuo de' nuovi Rami in Po.

viaggia lungo il Po nelle pianure di Lombardia, s'affaccia sempre cotesto continuo cambiamento di scena, o di rami abbandonati, o di nuovi alvei aperti, ora per corrosione, ed ora per *salto*, come dicono, e col taglio di vastissime isole. La ragione di questa incostanza è chiarissima. I fiumi torbidi, com'è quasi sempre il Po, più o meno ne' diversi suoi stati, si aprono bensì collo scavamento una qualche diramazione in quel primo loro impetuoso traboccamento; ma la forza di mantenersela scavata si fa sempre minore di quella, che concorre al suo riempimento. La prima forza tosto si diminuisce al calar della piena; ma la seconda va sempre costantemente crescendo: imperocchè non così tosto si abbassa la piena, che si scema all'acque la caduta, il corpo e la velocità; e le parti terree non possono più sostenersi galleggianti, e calano al fondo; e questo effetto è poi quello, che continua incessantemente ne' fiumi naturalmente torbidi; e per tutta l'estensione della diramazione rialza per molte braccia il fondo di tutto l'alveo nuovo, e se lo riempie, fino ad uguagliarlo in breve tempo al livello del circostante terreno. La forza adunque, con cui il fiume torbido si apre il nuovo ramo, può dirsi momentanea, o almeno di assai corta durata; ma la forza contraria di riempierselo di nuovo colle deposizioni è durevole, e sempre accompagnata col fiume medesimo in qualunque suo stato e tempo; e però questa sempre prevale alla prima ne' fiumi torbidi, ed è la cagione delle dette vicende.

Due cagioni diversamente concorrenti a contrario effetto ne' Fiumi torbidi.

All'opposto ne' fiumi d'acque chiare più lungamente si conservano cotesti rami; perchè comunque nelle loro temporanee piene conducano qualche copia di ghiaie od arene; nello stato ordinario però d'acque mezzane, che è sempre di maggior durata, non solamente non se ne accrescono di nuove, ma hanno forza di trasportare le prime a poco a poco, e le smaltiscono; e se all'imboccatura de' loro rami si fosse depositato un qualche dosso delle medesime, dalla ordinaria corrente si va scemando quell'accidentale impedimento, o per altra nuova piena so-

Fiumi d'acque chiare più lungamente conservano i loro Rami.

ſopravvegnente il fiume ſteſſo ſe lo divora. Quindi ne' fiumi d'acque chiare e ne' loro rami più facilmente ſi mantengono tutte le circoſtanze riferite di ſopra, e conſiderate dal Guglielmini nel capo 12 della natura de' fiumi, *le quali poſſono òd accreſcere, o conſervare, o ritardare la velocità dell' acqua, che ſcorre per eſſi; dall' egualità delle quali coſe ſi forma un eſatto equilibrio, a cui ſuccede una perpetua conſervazione dei rami, ne' quali ſi divide il tronco primario del fiume.* Così egli.

Compenſo reciproco di condizioni favorevoli e contrarie.

Anzi ſegnatamente ne' fiumi d'acque chiare, per rapporto a' loro rami ſi oſſervano verificarſi li due caſi riferiti in queſto luogo dal Guglielmini. Il primo è, che nella incoſtanza de' loro corſi ſi faccia ſempre un compenſo reciproco d'una condizione aſſai favorevole ad altra contraria: a cagion d'eſempio, ſe il ramo del fiume in alcun luogo ſi riſtringa nella ſezione per qualche depoſizione di ghiaie gittatevi alle rive, ma quivi ſi accreſca di velocità e di forza con profondarſi il fondo; *può darſi*, proſiegue il Guglielmini, *che ſi abbia l' equilibrio delle circoſtanze, e per conſeguenza che ſi mantenga il corſo del fiume pe' ſuoi rami, ſenza che le medeſime ſieno eguali ad una ad una; purchè il difetto della prima ſia compenſato coll' eceeſſo della ſeconda; eſſendo certo preſſo i Geometri, che dalle proporzioni reciproche ſi compone la proporzione di egualità.* Il ſecondo caſo riferito dal Guglielmini è quello, che ſpeſſe volte ſuccede nelle diramazioni de' fiumi d'acque chiare, e particolarmente nelle frequenti alterazioni delle loro imboccature: *Poſſono anche conſervarſi*, dic' egli, *i rami d'un fiume preſſo a poco nello ſtato medeſimo per cagione d'un continuo ſconcerto del ſopraccennato equilibrio; purchè la prevalenza delle condizioni ſi permuti a favore ora dell' accreſcimento, ora del decreſcimento del ramo medeſimo; poichè allora le coſe ſi mantengono a un di preſſo nello ſteſſo ſtato, quando continuamente e per brevi intervalli creſcono e calano, librandoſi, per così dire, attorno il termine di mezzo, che è quello, che ſta tra il maſſimo accreſcerſi ed il maſ-*

Conſervazione de' Rami originata dal continuo ſconcerto dell' equilibrio delle condizioni.

ſimo diminuirſi. Nelle diramazioni non artefatte, ma naturali, e laſciate all'indole del fiume, dice il Guglielmini *ciò ſuccedere il più delle volte per la diverſa direzione dell' imboccatura, la quale, ſecondo che è più favorevole ad un ramo che all' altro, fa entrare maggior corpo d'acque nel primo che nel ſecondo: il che contribuiſce alla di lui ſcavazione e dilatazione. Ma cambiandoſi, come molte volte avviene, la direzione del filone, e voltandoſi all' altra parte, ne ſegue che il ramo, il quale pareva che tendeſſe all' eſſere abbandonato dal fiume, di nuovo lo riceva abbondantemente, e l'altro, che correva gonfio, ritorni alla ſua primiera debolezza*.

Torbidezza ne' Fiumi cagione più coſtante del riempimento de' loro Rami.

Simiglianti vicende, le quali non impediſcono la conſervazione de' rami, hanno luogo ſoltanto ne' fiumi d' acque chiare: ma contro la conſervazione d' un qualche ramo di fiume ſempre torbido, milita un' altra cagione univerſale, cioè l' inſeparabile proclività al ſuo interramento ed alzamento di fondo; voglio dire la continua e non mai interrotta depoſizione delle torbide, la quale va ſempre creſcendo nella diramazione e per il minore corpo d'acque, e per la minore velocità; mentre il fiume primario ſi va ſempre vantaggiando nelle medeſime condizioni. E queſto interramento è quel principale impedimento ſtabile, di cui parla il Guglielmini: quindi egli ſoggiugne. *Per altro, quando in un ramo vi ſono impedimenti ſtabili, e nell' altro perpetua felicità di corſo, è neceſſario che queſto aſſorbiſca col tempo tutta l' acqua del fiume, e che l' altro ſia interamente abbandonato, particolarmente in caſo d' acque torbide, le quali, illanguidendoſi il moto, interriſcono il proprio letto.* Ed in confermazione di ciò il Manfredi vi fa la ſeguente annotazione. *Il caſo, di cui quì ſi parla, accadde nel Po grande verſo il mezzo del ſecolo ſeſto, intorno al qual tempo egli venne aſſorbendo tutta l' acqua, che prima ſoleva entrare col maggior corpo nel Po di Ferrara; per modo che cominciò queſto a non riceverne più alcuna parte, fuorchè nelle ſomme eſcreſcenze; e ciò dopo eſſerſi mantenuti amendue i rami*

mi

mi ben quattro secoli in quell' equilibrio , di cui quì si ragiona.

Replica opportunamente il Guglielmini l'eccezione alla regola generale: *Ho detto particolarmente in caso d'acque torbide; perchè essendo le acque portate dal fiume in ogni tempo chiare, possono per molti altri capi mantenersi nel medesimo diversi rami, i quali tutti portino acqua in diversa proporzione, senza considerabile alterazione da un tempo all' altro, come succede nei canali d' irrigazione e simili.* Una prova manifesta di questa proprietà e costanza ne' fiumi d'acque chiare mi venne fatto di riscontrare, anni sono, nelle varie diramazioni del fiume Chiese sul Territorio Bresciano. Erano insorte da gran tempo gravissime controversie tra la Città e li suoi Territorj intorno alla giusta partizione dell'acque del fiume Chiese, il quale primieramente presso alla Terra di Gavardo dividevasi in due rami eguali; l'uno a destra decorreva al mantenimento del Naviglio della Città e de' suoi edifizj; l' altro a sinistra era divertito alla irrigazione di tre Territorj, di Lonate, di Calcinate e di Montecchiaro, con questa legge di riparto, che a ciascun Territorio fosse lecito di derivare solamente da questo ramo una sua terza parte. In tante divisioni e suddivisioni ciascun Partito temeva d'essere defraudato dall' altro; e la controversia s'inoltrò a così alto segno, che alcuna volta si venne all' armi tra le confinanti popolazioni. Finalmente nell'anno 1762 convennero la Città di Brescia e que' Territorj d' incaricarmi d'una così pericolosa delegazione, e di decidere sul campo, se il ripartimento di quest' acque fosse conforme alle antiche convenzioni. Alla presenza adunque de' rispettivi Deputati delle Comunità, e coll'esattezza de' più squisiti strumenti, e coll' uso delle più accreditate regole, ho preso a misurare la portata di ciascuna divisione; e sul fatto ho potuto dimostrare a tutti, che eccettuato un piccolo risarcimento delle guaste imboccature, dalle quali procedeva una qualche irregolarità, tante diverse diramazioni si mantenevano in una costante proporzione, senza

Esempio di conservazione costante delle diramazioni.

ſenza conſiderabile divario, il quale da un tempo all'altro foſſe originato dalla alterazione de' fondi o per ſcavamento, o per riempimento; e quindi dietro queſti ſperimenti eſeguiti alla preſenza di tutti, ſe ne compilò il celebre Concordato tra la Città di Breſcia e li ſuoi Territorj, da me regiſtrato ancora nell'Opera mia dell' *Idroſtatica eſaminata ne' ſuoi principj ec.* E queſto è appunto il caſo del Guglielmini, quando le acque portate dal fiume ſono ordinariamente chiare. La ſola torbidezza d'un fiume è quella, che tanto più facilmente riempie i rami minori, quanto più ſe ne va debilitando la forza de' medeſimi colla diminuzione del ſuo corpo.

Effetti dell' unione d'acque chiare con le torbide.

Anzi la ſemplice unione d'un fiume chiaro di qualche portata con un torbido, può molto contribuire a mantenerlo ſcavato, e ad impedire gli effetti nocevoli del ſuo riempimento; o ſia perchè le particelle terree diradate in maggior corpo d'acque, più facilmente ſi mantengono galleggianti, o ſia perchè da maggior corpo ricevono più valida impreſſione a ſoſtenerſi. E perchè mia intenzione ſi è di accompagnare ſempre la teoría de' fiumi colle più memorabili oſſervazioni de' loro accidenti ed effetti; ne produrrò quì un eſempio nel *Canal-bianco* ſul Territorio Veroneſe. E' queſto un fiume deſtinato a ſcaricare dal Maggio al Novembre una porzione delle piene dell' Adige, al quale ſerve in luogo di diverſivo. In queſta conſiderazione il Canal-bianco è fiume torbido: ma oltre le piene dell' Adige, ſerve lo ſteſſo fiume a ſcolare le acque chiarificate delle Valli Veroneſi, colle quali ha comunicazione, mediante un canale chiamato *Tartaro*, il quale porta ſolamente acque chiare e perenni; e però il Canal-bianco viene per neceſſità a partecipare delle condizioni inſieme di fiume torbido e di chiaro. E per queſta ragione medeſima coteſto fiume dalla Ganda, cioè dal punto, dove le torbide dell'Adige e le chiare del Tartaro ſi uniſcono, decorre ſempre ſcavato per una lunghezza di 37 miglia, ſenza ricevere verun altro Influente, e ſenza ſoggiacere a quegli alti interramenti, a' quali ſono ſoggetti i ſoli fiumi torbidi.

Canal-bianco unito al Tartaro.

Queſta

Questa considerazione diede altre volte l'impulso a celebri Idrostatici di progettare la diversione d'un qualche altro fiume d'acque chiare nel Poatello di Primaro, per impedirne il totale suo riempimento, nel caso che in quest' alveo vi si volessero unire tant'altri fiumi torbidi, Reno, Savena, Idice, Senio, Lamone ec. Il progetto era appoggiato sull' esempio del Canal-bianco: ma questo esempio non poteva trasferirsi al caso nostro; come ho dimostrato nel mio Voto. Imperocchè da qual parte potrebbe condursi un fiume d'acque chiare da unirsi col Poatello, ossia col Primaro? Li soli canali di scolo d'acque chiare, comunque copiosi, del Fiumicello, della Zena, della Beccara e di Riolo, non avevano però proporzione alcuna con la portata e quantità di tanti torbidissimi Influenti nel Primaro, com' era appunto la portata dell'acque del Tartaro con il Canal-bianco.

Falsa applicazione di questo esempio al Poatello.

Ho voluto in questa Proposizione IV. e nelle precedenti porre in tutta la sua veduta, qual differenza passi tra' fiumi d'acque chiare e quelli d'acque torbide per rapporto alla conservazione de' loro rami, a fine di levare dalle menti degli Architetti un errore, il quale talvolta gl' induce a progettare dispendiosissimi taglj de' fiumi torbidi, con esito contrario all'aspettazione. So, che quando il taglio, o ramo del fiume torbido divertito sia in altro sbocco più basso, nel quale acquisti molto maggior caduta proporzionata al minor corpo d'acqua, del quale può essere capace, il ramo si manterrà scavato; e so parimenti, che gli alvei de' fiumi torbidi, massimamente arginati, si possono di tanto alzare colle deposizioni, quanto fa d'uopo a farsi da se caduta e declività maggiore, oltre la quale si ponga fine all'interramento; come osserviamo essersi dalla natura provveduto al corso di tanti torrenti, i quali per farsi maggior caduta, hanno sollevato il fondo loro sopra il livello delle campagne adiacenti.

Accrescimento di nuova caduta concorre alla conservazione de' Rami de' Fiumi torbidi.

Quello, di che ho voluto avvertire quì gli Architetti, si è che non sieno così di leggieri proclivi a sentenziare su taglj de' fiumi, senza averli prima ben premeditati, e con-

Incertezza de' taglj de' Fiumi torbidi.

consultati colla sperienza. Per questa medesima ragione, pochi anni sono, abbiam veduto essersi gittate immense spese ne' taglj di Po sotto Casale di Monferrato, per ricondurre il fiume ad accostarsi di nuovo alla difesa ed al comodo della Città; e parimenti, quando in questi ultimi tempi lo stesso Po col troppo avvicinamento minacciò alla Fortezza di Valenza nella Lumellina, niente giovarono le nuove inalveazioni apertegli per allettarlo ad incamminarsi per quelle; ma soltanto valse ad allontanarlo dal piede del Forte e del colle, sul quale fu fabbricato, il contrasto di validi e ben disegnati Respingenti.

PROPOSIZIONE V.

Se un qualunque canale o di navigazione, o destinato ad altro uso si deriverà da qualsisia fiume, massimamente se torbido; sarà indispensabile o l'annuale, o più frequente ancora espurgazione del medesimo per impedirne il riempimento.

Accade assai volte che o la pubblica necessità, o il comodo prevalente della navigazione induca le Comunità alla deliberazione di aprirsi da fiume torbido un qualunque canale. Tale fu il progetto del Naviglio di Bologna derivato dal torbidissimo Reno fino dagli antichissimi tempi, e però più degli altri disposto a frequenti interramenti. Quando occorrono somiglianti deliberazioni, appartiene all'antivedimento dell' Architetto il calcolare, se il vantaggio, che se ne può derivare, sorpassi di molto l'incomodo e la spesa della sua manutenzione per conservarlo. Certo è che la navigazione aperta alla Città di Bologna col suo Naviglio fino al mare Adriatico, è di tanto accrescimento all' opulenza di quella Città, che un così gran bene pubblico non può venire al confronto di simigliante travaglio o spesa per mantenerselo.

Calcolo della prevalenza d'un bene pubblico.

Per altro cotesta condizione va sempre accompagnata generalmente con tutte le diramazioni, più o meno, se-

fecondo la qualità del fiume primario, dal quale fi cavano. Imperocchè, quando nel nuovo incile fi diverte una parte d'un fiume o torbido, o fabbionofo e ghiaiofo, fi fanno due operazioni allo fteffo tempo favorevoli alle fue depofizioni: I. fi fcema la pendenza, che aveva nell' alveo comune quel corpo d'acque, le quali fi conducono a livello più alto; II. e nel medefimo canale fe ne fa decorrere un molto minor corpo. Or per amendue quefte ragioni nel canale di derivazione fi diminuifce la forza primiera di trafportare le materie, le quali calano al fondo, e lo riempiono o in tutto, o in parte: ciocchè molto prima aveva avvertito già il Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi, fcrivendo che *di rado s'incontra che un canale regolato abbia tale caduta al fuo termine, che non richieda di quando in quando d'effere fcavato.* Quali poi fieno i mezzi per mantenere più lungamente fcavati cotefti canali, e renderne meno frequente la fpefa, lo dirò in progreffo, dove fi parlerà dell' ufo de' paraporti.

Due cagioni concorrenti all' interramento de' Canali derivati da' Fiumi.

PROPOSIZIONE VI.

Le diramazioni o naturali od artifiziali d'un fiume primario fottopofto a grandi efcrefcenze, poco o nulla contribuifcono a diminuirne l'altezza, fe non quando accompagnate fono da una grande cafcata, ed a livello molto più baffo del fondo del medefimo fiume.

E' Stata un tempo opinione invecchiata di certuni che le diverfioni d'un fiume in piena, e li fuoi fpandimenti, ficcome diminuifcono al medefimo la foprabbondanza dell' acque, così quafi con la medefima proporzione fpianino, ed abbaffino il pelo delle piene, onde gli argini non corrano pericolo di traboccamento: quefta dottrina poi applicavafi oftinatamente a qualunque efpanfione o diramazione del fiume, fenza eccezione di cafi e di circoftanze. Così penfavafi una volta del Po di Primaro e delle fue piene da' Signori Ferrarefi, da' quali per

Errore comune ne' fpandimenti de' Fiumi.

Espansioni del Primaro a destra niente utili all' abbassamento delle piene.

160 anni si contrastò con tanto ardore a' Signori Bolognesi l'arginatura destra del Primaro per tante miglia, sul supposto errore che da questa riva disarginata spandendosi le sue piene per tanta estensione di paesi, si diminuissero di corpo nell' alveo comune, e d' altrettanto, com' essi credeano, si abbassassero d'altezza, con togliere il pericolo di sormontamento all' argine sinistro del Polesine. Questo errore riuscì fatale alle Provincie Bolognesi prima che io mi applicassi al disinganno comune col fatto contrario di arginare alla destra il Primaro, e di chiuderne le tante diversioni, dalle quali si allagavano una volta tanti feracissimi Territorj. Imperocchè quelle piene altissime di Primaro, le quali prima minacciavano l'argine sinistro del Polesine di S. Giorgio e delle Valli di Comacchio, e tante volte lo ruppero e lo sormontarono nel tempo stesso delle moltiplicate espansioni sulla riva destra disarginata; quelle medesime piene si veggono in oggi contenersi senza pericolo nell' alveo di Primaro, e notabilmente spianate sotto il ciglio de' suoi argini, destro e sinistro, e decorrere con maggiore accelerazione ed abbassamento del fondo di Primaro, e più prestamente scaricarsi in pochi giorni; quando all'opposto la loro durata, non ostante le vaste espansioni sulla riva destra, prolungavasi una volta a 40, o 50 giorni; nel qual tempo mantenevasi gelosamente la guardia continua all' argine sinistro del Polesine, come raccontano gli Scrittori Ferraresi. Il chiudimento adunque di tutte le diversioni ha operato quivi nel Primaro un effetto contrario alla comune aspettazione: la ragione universale di questo fenomeno è quella stessa, che produssi la prima volta contro il comune errore nel mio Voto, e più ampiamente ho dichiarato nelle mie Memorie Idrostatico-Storiche.

Effetto contrario all' aspettazione.

Quando la diversione od espansione fassi quasi al medesimo livello del fondo del fiume primario, e sulla medesima cadente, come interviene alle diramazioni del Primaro; quella assorbisce bensì gran copia d'acque, e di molto

Diminuzione del corpo d'acque quando sce-

molto ſcema il corpo, che decorre nell' alveo primiero: ma non per tutto ciò ſe ne diminuiſce l'altezza; perchè al medeſimo tempo ſe ne ritarda la velocità. Non cammina adunque del pari la diminuzione del corpo della piena col ſuo abbaſſamento di pelo, ſe non nel caſo o che continui la velocità di prima col minor corpo, o che ſi accreſca. Allora è che ſi deprime immediatamente il pelo della piena a livello più baſſo, quando la nuova caduta del diverſivo, o dello ſpandimento accelera il corſo ſuperiore dell' acque, e le mantiene coſtantemente in un grado maggiore di velocità: ma ſenza accreſcimento di caduta le acque ſteſſe del diverſivo ſi riducono aſſai preſto alla medeſima eccesſiva altezza del fiume principale. Un eſempio familiariſſimo di queſti accidenti abbiamo nel Po grande. Finattanto che le ſue piene ſi tengono in collo dalle alte ſue arginature ſituate in grande diſtanza, le interpoſte eſpanſioni, quantunque vaſtisſime, s'alzano e ſi abbaſſano, come di concerto, colle piene medeſime, nè più nè meno. L' improvviſo abbaſſamento della piena ſoltanto accade, quando ne' ſuoi argini ſi apre una rotta *in cavamento*, come dicono, cioè una rotta, per la quale le acque di Po in piena acquiſtino una grande e nuova caduta ne' piani baſſi delle campagne: queſta accelera talmente tutto il corſo ſuperiore di Po, che ne abbaſſa immediatamente il pelo ſotto il ciglio degli argini, i quali perciò reſtano eſenti dal pericolo proſſimo di traboccamento e di rovina. E queſte ſono le inſidie, con cui ſi combattono aſſai volte i fronteggianti di Po nel caſo delle maſſime eſcreſcenze, ſtando in aguato li ſuperiori di poter aprire inferiormente una qualche rotta per alleggerire dalla ſoverchia altezza i loro argini, almeno per qualche tempo limitato: imperocchè non così toſto le acque uſcite dalla rotta, e contenute dall'altezza delle campagne più lontane, vanno riſalendo a livello più alto; anche il diverſivo della rotta perde interamente in pochiſſimo tempo la ſua caduta, e per conſeguenza il ſuo effetto; e tutto quel vaſto

mi l'altezza, e quando no.

Momentaneo abbaſſamento della piena di Po, e ſuo rialzamento.

sto allagamento della piena ripiglia l'altezza di prima, come se fosse contenuto il Po tra' primi argini.

Vecchio errore de' Ferraresi nel preteso disarginamento del Primaro.

Lo stesso fenomeno in occasione della generale Visita delle tre Legazioni mi avvenne di osservare nelle espansioni delle piene del Primaro sulla sua destra riva, quale volevasi in que' tempi pertinacemente disarginata, per alleggerire del peso d'una soverchia altezza d'acque l'argine sinistro del Polesine. Le prime sue dilatazioni nelle valli del Morgone, e nelle valli Argentane e Ravegnane, ritardavano alquanto l'alzamento delle piene per quel tempo, nel quale con qualche caduta si sfogavano nelle valli medesime: ma fatto il riempimento di queste, e perduta la caduta, quell' universale allagamento congiungevasi col Primaro; e collo stesso periodo de' suoi alzamenti si sollevava di pelo, come se fosse, e supplisse in vece d'un argine continuato, e senza punto diminuire il pericolo di traboccamento dall'argine sinistro. Oltre di che in tanto dilatamento, rallentandosi il movimento dell' acque torbide del Primaro, cresceva l'interramento di tutto l'alveo, il quale sempre più incapace rendevasi di contenere le solite piene; e quindi facevasi sempre maggiore il pericolo del Polesine. Ma nè la sperienza, nè la ragione mi valse a levare dalle menti de' Periti Ferraresi una tanta illusione radicata in così lungo tempo, se la suprema autorità della Sagra Congregazione delle Acque non avesse finalmente posto fine a questo inganno col decreto suo di arginare la riva destra del Primaro, come poscia si è eseguito.

Sentimento del Castelli intorno al taglio e diversione del Bondeno.

Anche a' tempi suoi il celebre Abbate Castelli durò gran fatica a combattere il comune errore de' diversivi niente conducenti all' abbassamento dell' altezza delle piene di Po. Avevano i Signori Ferraresi intestato con un argine vicino al Bondeno il Po abbandonato di Ferrara, acciocchè restasse ancora nelle escrescenze del Po grande libero dalle sue acque: *Ma sogliono*, scriv' egli nel corollario 13, *sogliono i Signori Ferraresi in tempo che il Po minaccia di rompere, tagliare quella intestatura; per il quale*

quale taglio sgorga tanta furia d'acqua, che si è osservato che il Po grande in ispazio di alcune poche ore scema di altezza un piede in circa; e da tale sperienza mossi tutti quelli, con i quali io ho trattato sinora di queste materie, pensano che sia di grandissimo beneficio ed utile mantener pronto questo sfogo, e servirsi di esso in tempo delle piene: e veramente considerata la cosa semplicemente, e nella prima apparenza, pare che non se ne possa dubitare ec. Passa poi egli ad iscoprire l'occasione del comune inganno, che è appunto quella medesima, che indusse i Ferraresi per tanto tempo a vietare ostinatamente l'arginatura destra del Po di Primaro. *Metto dunque in considerazione*, prosiegu' egli, *che, ancorchè sia vero, che mentre le acque del Po grande si ritrovano nelle maggiori altezze, allora tagliato l'argine, e intestatura del Po di Ferrara, ed avendo le acque superiori grandissima cascata nell'alveo di Ferrara, vi precipitano con grandissimo impeto e velocità; tuttavia dopo lo spazio di poche ore, riempiuto che è il Po di Ferrara, non vi sgorgano con la velocità di prima ec.* Conchiude poi egli che passato un giorno o due, l'acqua nel Po grande ritorna quasi alla sua altezza di prima, e che questo beneficio del taglio viene ad essere temporaneo e per poche ore; laddove le piene di Po, ed i pericoli di rompere durano per trenta e talvolta quaranta giorni; e però il guadagno, che risulta dallo sfogo, viene ad essere di poca considerazione. All'opposto contrappone egli a questo immaginario vantaggio del taglio l'immenso danno del riempimento e traboccamento degli alvei di Ferrara, di Volano e del Primaro, le inondazioni di tutte le valli coltivate, e l'impedimento de' loro scoli: cose tutte che si rinovavano anche in oggi dalla pretesa diversione delle piene del Primaro dalla riva sua destra disarginata, prima che io mi ponessi all'opera di arginarla per dodici miglia, ed impedirne le espansioni. La ragione poi fondamentale di questa regola si premette dal Castelli nel suo precedente corollario 12 con queste parole. *Per la medesima in-*

 av-

avvertenza di non tener conto della variazione della velocità nella stessa acqua corrente, si commettono bene spesso dagl'Ingegneri e Periti errori di gran momento, quando pensano e propongono con derivare canali nuovi da' fiumi grossi, scemare la misura, cioè l'altezza, *dell'acque del fiume, e scemarla proporzionatamente, secondo la misura dell'acqua, che fanno passare per il canale: la qual cosa poi non riesce in fatto; imperocchè derivato che è il canale, il rimanente del fiume principale scema di velocità, e però ritiene maggior misura di quello, che faceva prima, avanti la diversione ec.*

Caso unico della utilità della diversione.

Conchiudo adunque che, quando la diversione del fiume va congiunta con una cascata notabile, ma costante, di sotto al comune livello del fiume principale, e per conseguenza accresce l'accelerazione dell'acque superiori, senza punto rallentarla in progresso; questo è quell'unico caso, nel quale siegue la diminuzione dell'altezza della sua piena.

L'arte di abbassare, quanto si voglia, ne' fiumi artefatti l'altezza delle piene coll'uso de' diversivi, e di contenerle sempre di sotto al ciglio de' suoi argini, fu introdotta ne' Naviglj di Milano da que' nostri antichi Architetti, che li costrussero, fino da dugento e più anni fa. Imperocchè essendo que' grandi canali derivati o dal Ticino, o dall'Adda fiumi Reali, si correva pericolo che dall'incile sempre aperto s'imboccassero le altissime escrescenze loro, le quali non potevano altrimenti scaricarsi, almeno interamente, dalla cresta de' loro sostegni giù per l'alveo del fiume principale: era dunque da temersi che buona parte delle piene di questi fiumi entrasse nel Naviglio a soverchiarne le sponde con rovina delle arginature.

Diversione da' Paraporti utilmente praticata ne' nostri Navigli.

A correggere questo pericoloso inconveniente, aprirono eglino in poca distanza dall'incile, e sulle sponde manofatte del canale capacissimi sfogatoj e paraporti, i quali con grande caduta scaricassero nuovamente nel letto più basso del fiume principale quell'eccesso d'acque, che la piena aveva introdotto dall'incile superiormente

nel

nel canale di derivazione. Cotesta caduta tanto necessaria s'affacciò tosto agli occhi di quegli Architetti in poca distanza dall' incile medesimo: imperocchè dal sostegno all' ingiù abbassandosi sempre più con grande caduta il fondo del fiume primario, e d'altro lato dall' incile inalveandosi il canale di derivazione sempre sostenuto a livello più alto; n'era conseguente che l'altezza ancora de' primi sfogatoj fosse tale e tanta, che le escrescenze o dell' Adda, o del Ticino non arrivassero giammai alle soglie de' paraporti a ringurgitare, o ritardarne lo sfogo libero: quindi di sotto all' incile di ciascuno de' nostri Naviglj, e nel loro argine tanti si apersero sfogatoj, quanti la sperienza insegnò essere necessarj allo scarico ed all' abbassamento della piena introdottasi nel canale.

In fatti il fiume Muzza derivato dall' Adda, e direttamente investito dalla sua più viva corrente, a' quali altissime escrescenze non sarebbe egli soggetto, se da trenta sfogatoj, o diversivi situati in Trucassano in distanza di sole due miglia dall' incile, non si spianassero prestamente e col successivo aprimento a quel qualunque grado, che si vuole, di depressione, per contenerle nell' alveo di Muzza senza pericolo di traboccamento da' suoi argini? Appena alzati i portoni, le acque di Muzza sfogano nell' Adda inferiore con tanta violenza, che assordano collo strepito quelli, che vi stanno vicini. E più volte in occasione di Visite del canale, mi è accaduto d'osservare con piacere, che dietro l'aprimento di ciascuno di questi 30 paraporti seguiva immediatamente l'effetto dell' abbassamento d'once 3, 4, 5 ec. del pelo della piena in Muzza, più o meno, secondo le varie circostanze della sua altezza, e di altra nuova accelerazione, la quale stendevasi all' insù fino all' incile medesimo.

Effetto delle diversioni accompagnate da nuova cascata.

Per somigliante modo operano i diversivi tutti del Naviglio grande derivato dal Ticino, e quelli del Naviglio della Martesana cavato dall' Adda. E perchè alcuni paraporti di questo aperti nel primo suo argine, o, come dicono, *Sperone*, sotto Concesa, che lo divide dall' Adda, erano talvolta ringurgitati ed impediti dal colmo

delle piene d'Adda sopra le loro soglie; si ricorse a' paraporti più lontani di Vaprio, i quali non risentono alcun ringurgito dalle piene del fiume, che vi decorre a canto; e però questi diversivi in qualunque caso ritengono la caduta tutta, la quale accelera le acque del Naviglio posto in piena, e le spiana e le diverte in copia nell' alveo comune del fiume.

Regola falsa del Sig. Gennetè intorno a' diversivi.

Da questi sperimenti se ne può dedurre con ogni evidenza la falsità della generale dottrina del Sig. Gennetè, il quale nell' Opera sua sopra il regolamento ed il corso de' fiumi, afferma che *qualsivoglia diversione di fiume non è idonea ad abbassarne l'altezza superiore;* persuadendosi egli, che quanto di corpo d'acque si cavi dal medesimo fiume, d'altrettanto se ne diminuisca la velocità, e per conseguenza rimanga sempre invariata l'altezza. Il suo inganno si è, ch' egli fassi ad applicare a tutte le diversioni de' fiumi gli effetti da esso lui osservati in alcune divisioni del Reno nelle Fiandre, e del Danubio nella Germania, ed in oltre gli effetti particolarmente notati ne' sperimenti del suo manofatto fiume artifiziale. Ma troppo grande è il divario tra diversione e diversione, per farne comuni gli effetti; tra diversione accompagnata da grande nuova caduta, e diversione continuata sul medesimo livello di prima, ossia sulla stessa cadente. Egli è vero che gli uomini appropriano la denominazione di *diversivo* a tutti que' canali, i quali divertono o poco o molto dell' acque de' fiumi maggiori: ma non è vero che tutte le diversioni accrescano la velocità de' medesimi, e li deprimano a minore altezza, massimamente in occasione di piene. Così le varie diramazioni di Po grande nel Po delle Fornaci, d' Ariano ec., e sempre sulla medesima sua cadente, non scemano le altezze delle sue piene; perchè non accrescono punto la caduta e la velocità; laddove il Panaro, il quale decorre per il Finale di Modena, e muove e regola que' tanti mulini, de' quali va dovizioso e benefico al sostentamento di tutto il suo contorno; il Panaro, dissi, quivi si man-

tiene

tiene il più delle volte senza altezze esorbitanti di piene; come accade in altre parti di questo fiume; e ciò pel famoso ed ampio diversivo suo nel canale tanto più basso, denominato il *Cavamento*, aperto, un qualche secolo fa, per iscarico delle altissime sue escrescenze, e per moderarne la soverchia altezza. E così sono tutte quelle bocche di diversione, alle quali si appropria il nome di *Regolatori*; perchè appunto danno legge e limite alle altezze de' fiumi maggiori. Fuori di questa rilevante circostanza che il diversivo con altra nuova caduta solleciti a più grande velocità il corso superiore del fiume, non si conseguirà giammai l'abbassamento dell' altezza delle sue piene. E quindi il Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi epilogando ciò, che molto prima aveva insegnato il Castelli, così conchiude. *In proposito però di questi diversivi, è da riflettersi quì al poco utile, che apportano, come avvisa il Castelli al corollario 13, e come può dedursi da ciò, che noi abbiamo detto di sopra al capo 9, attesa, sì la poca acqua, che scaricano, in proporzione di tutta quella del fiume; sì la poca altezza, che levano da quella, che senza di essi farebbesi nell' alveo del fiume medesimo; sì l'interramento degli alvei, che succede al di sotto de' diversivi; sì il pericolo, a cui si soggettano le campagne contigue all' alveo, per le quali debbono scorrere le acque divertite; sì finalmente la perdita del terreno, che viene occupato dal medesimo. Perciò a titolo di dare scarico all' acqua d' un fiume, di rado accaderà, particolarmente nelle pianure, che i beneficj d' uno di questi diversivi meritino la spesa di fabbricarlo: ma se la diversione sarà fatta anche per altri fini, come per rendere facile il commercio delle parti d' una provincia, mediante la navigazione, o per altri usi egualmente profittevoli; potranno simili diramazioni essere utilmente praticate; come si vede nel Polesine di Rovigo, ove la moltiplicazione de' canali derivati dall' Adige dalla Serenissima Repubblica di Venezia, rende non mediocre vantaggio a que' popoli*. Così sentono e scrivono li più sperimentati osservatori del corso de' fiumi, e delle loro al-

Diversione delle piene del Panaro.

Sentimento del Guglielmini contrario a quello del Gennetè.

alterazioni pell' accrescimento, o scemamento del loro corpo d' acque o introdotto, o divertito dal fiume principale. Quale poi sia il caso unico delle velocità proporzionali al corpo d'acque, secondo il sistema del Gennetè, io l'ho dimostrato nell' Esame II. della Parte II. della mia Idrostatica esaminata ne' suoi principj; quando le cagioni degli accrescimenti di velocità ne' fiumi, cioè pendenza ed altezza, giungono all'equilibrio con la somma delle resistenze. Da questo punto qualsisia giunta di corpo d'acque, che si faccia al fiume, non accrescerà l'altezza, ma soltanto la velocità proporzionale al nuovo accrescimento; e per conseguenza l'altezza rimarrà invariabile e prima, e dopo la nuova intrusione d'altro corpo d' acque: ciocchè ancora più ampiamente ho dimostrato nella mia Dissertazione stampata intorno a' nuovi taglj del fiume Tidone sul Territorio Piacentino.

CAPO

CAPO II.

Della Chiusa, ossia Sostegno attraversante l'alveo del Fiume, dal quale se ne deriva il Naviglio.

L' Uniformità delle condizioni favorevoli, delle quali col Guglielmini abbiam ragionato nel Capo precedente, per conservare i rami de' fiumi, cioè di egual caduta col fiume principale, e di ugualmente spedita introduzione; cotesta uniformità, dissi, non può trovarsi il più delle volte nelle artifiziali diramazioni, che si chiamano Naviglj, i quali si aprono in quella parte di fiume, dove corre più rapido, ed incapace di navigazione, e s'inalveano in piano più alto, ove il corso dell' acque equabile sia e sempre regolato. In tal caso egli è evidente che con tanta disuguaglianza di caduta il fiume primario assorbirebbe qualunque altra diversione. Or quì è dove l'arte delle chiuse sottentra al difetto della natura, con obbligare le acque del fiume a sollevarsi a più alto livello, e ad equilibrarsi ancora coll' incile del nuovo canale, uguagliandone la caduta e la facilità dell' introduzione.

Questa parte però è la più gelosa e difficile da trattarsi; e le considerazioni da farsi dall'Architetto sono molte, e sottili e diverse in tanta varietà di circostanze, nelle quali si voglia determinare o la situazione della chiusa, od il suo alzamento, ovvero l'ampiezza dell' imboccatura del Naviglio, e la quantità dell' acque da derivarsi proporzionata all' uso ed al fine del medesimo. Tutti questi rapporti saranno da me posti in chiaro nelle seguenti Proposizioni di questo Capo, delle quali, com'è mio costume, ne premetto quì il Sommario, per additare al Leggitore a quali utilissime scoperte egli sia condotto.

SOM-

SOMMARIO.

Situazione della chiusa regolata dall' accoppiamento di doppio fine de' Naviglj, cioè d' irrigazione e di navigazione, e cautele nella determinazione del punto di diversione. Osservazioni sulle chiuse de' nostri Naviglj. Calcolo della quantità d'acque, che vi si possano introdurre a norma delle sperienze. Timidezza degli antichi Architetti nella prima derivazione dell' acque nel Naviglio della Martesana, superata dalle posteriori sperienze d'una più copiosa introduzione. Quali sezioni debbano schivarsi nel piantamento della chiusa. Esempio della chiusa di Casalecchio sul Reno di Bologna, e della chiusa distrutta nell' Adda pel Naviglio di Paderno. Preferenza della sezione più capace di sfogo nelle piene. Variazione dell' Architetto Meda dal primitivo anteriore disegno della chiusa di Paderno sull' Adda, e correzione modernamente fattane. Pericolo di taglio all' intestatura delle chiuse. Armatura delle due intestature del sostegno del Ticino, a sinistra col gran pennello di Tornavento, ed a destra colla nuova armatura de' Mancini. Progetto della rettificazione del Ticino per impedire il taglio della chiusa, e ragioni contrarie. Necessità di sostegno regolatore dell' acque, e sperienze dell' inutilità d' un semplice partitore in luogo della chiusa. Teorie incerte intorno l' alzamento della medesima. Termine dell' alzamento della chiusa posto al confronto delle sperienze. Altezza del primo argine partitore regolata a livello della chiusa per isfogo delle piene.

PROPOSIZIONE I.

Lo stabilimento e situazione della chiusa in parte più o men' alta dell' alveo superiore del fiume, non può altrimenti determinarsi dall' Architetto, se non per rap-

rapporto alla qualità del canale da derivarsi, ed al suo uso e fine, o di semplice navigazione, ovvero di navigazione ed irrigazione ancora.

SE da un punto più alto e lontano su per l' alveo del fiume primario convenga che si derivi il nuovo canale, ovvero se basti all' intento che se ne scelga ad arbitrio un punto di diversione, dal quale l'acqua del fiume s'incammini in qualsivoglia maniera pel nuovo canale al termine destinatole; questo è un problema, che non può risolversi con una risposta sola. Se si trattasse quì di condurre un corpo d' acque per molte miglia da un punto all' altro, soltanto ad uso di macchine idrauliche, senza prendersi cruccio, se pel nuovo canale corra o con molta, o con iscarsa velocità, se in competente altezza dal suo fondo, ed anche col pelo quasi sempre più alto del livello delle campagne; ed in somma, quando non si ha per oggetto che la semplice derivazione, comunque questa si eseguisca: dico che in questa precisione la deliberazione è facilissima, ed arbitraria in gran parte; purchè la livellazione discuopra la sufficiente pendenza, che può avervi il corpo d' acque derivato da un termine all' altro.

Situazione della Chiusa regolata dal doppio fine de' Naviglj.

Ma quando si dee introdurre nell' incile un grandioso corpo d'acque, che possa soddisfare al fine o della irrigazione, o della navigazione, o all' uno ed all'altro insieme; quando si dee regolare il nuovo canale con una cadente, che mantenga da per tutto una costante altezza capace di reggere galleggianti le barche da carico, nè ora troppo si abbassi per eccesso di velocità, nè troppo si alzi sopra il ciglio de' suoi argini per tardità di moto, e difetto di pendenza; quando il pelo delle sue acque ha sempre da riferirsi e calcolarsi dal rapporto de' piani delle campagne, sulle quali si disegna il suo benefico spandimento: oh quante considerazioni si affollano alla mente dell' Architetto, l' una talvolta contraria all' altra, e quanto studio si richiede per conciliarle tutte ad uno stesso fine!

La

La prima diligenza del Direttore sarà quella di condursi su per l'alveo del fiume, per assicurarsi con replicati sperimenti di livellazione, ove il sito da determinarsi pel nuovo incile sia tant'alto, che aggiuntavi la nuova altezza, che fa al fiume il sostegno da fabbricarsi, mantenga il pelo dell'acque correnti del canale sempre superiore al livello delle pianure inferiormente poste da irrigarsi; e quando il canale è destinato alla navigazione, osservisi se sia per conservarsi in debita altezza per tutto il suo corso dopo il primo ingresso nell'incile, e sempre con una equabile e moderata cadente: quindi calcolando dal sito, ove si disegna di fabbricarvi la chiusa, l'altezza del fondo e del pelo del fiume sopra il livello delle pianure, alle quali debbono diramarsi le bocche d'irrigazione, e detraendone quella caduta, che è necessaria al nuovo corso nel successivo suo progresso; potrà l'Architetto decidere un punto essenzialissimo, se il pelo della sua corrente resti sempre superiore di tanto al livello de' piani inferiori, quanto basti allo spandimento delle sue acque su' medesimi piani. E questa è una delle più fastidiose indagini, che corra a carico del Perito: imperocchè nell'accoppiamento de' due anzidetti fini, due oggetti difficilissimi si debbono combinare. Il primo è che dal punto della diversione il nuovo fiume non corra troppo precipitoso nell'alveo apertogli, con pregiudicio della navigazione: al che non può sempre rimediarsi con la moltiplicità de' sostegni amovibili interposti al suo corso, quali noi dimandiamo *Conche*. Il secondo oggetto è che il canale in tutto il suo corso possa sostenersi a tale altezza, che il suo pelo sia sempre superiore al livello delle campagne, quanto basta alla loro irrigazione. Il fine d'una semplice navigazione, qual'è quello del Naviglio di Bologna e di Padova e di Modena, potrebbe consigliare talvolta l'Architetto a determinare il punto della diversione in una situazione del fiume più bassa, ma più acconcia al corso equabile del nuovo canale, senza notabili cadute. Ma l'altro fine della irrigazione richiede spesse

Accoppiamento de' due fini, d'irrigazione e di navigazione.

se

se volte che da più alto punto si disegni l'incile e la chiusa, acciocchè il canale derivatone decorra in maggior altezza nel suo continuato alveo, sostenuto, ove fa bisogno, da arginature rilevate sopra il livello delle campagne. La via di mezzo è quella, che può conciliare questi due estremi; nè può determinarsi, se non dopo accuratissime e replicate livellazioni.

Cautele nella determinazione del punto di diversione.

Dal punto adunque di diversione darà egli principio alla livellazione da condursi fino all' ultimo termine del canale; e da questa potrà decidere se la continuata sua cadente convenga ad un canale di navigazione; se il suo corso sia sempre in attitudine alla irrigazione delle terre, per dove passa; se le successive arginature riescano troppo alte e pericolose; se finalmente col variare il punto della diversione, portandolo o più alto, o più basso, si corregga qualche difetto del suo andamento in ordine a' due proposti fini. Tutto l'esame di somiglianti rilevantissimi articoli dipende dall'appuntamento del principio della diversione, dal quale si condurrà il profilo del suo corso, e delle terre, per dove passa.

Nel nostro Ducato di Milano da' due fiumi Reali Adda e Ticino abbiamo derivati due maravigliosi Navigli, quali attraversano quasi tutta l'estensione della provincia, ed uniscono li due fini della navigazione e della irrigazione con tanta felicità e maestría, che in tutta l'Italia, e forse, ardisco dire, in tutta l'Europa non si troveranno altri simili canali da paragonarsi in questa difficilissima combinazione. Ma quando le cose sono già fatte da gran tempo, e condotte alla loro perfezione e stabilità, non se ne considera più l'arduità dell' intrapresa, e quanto ha costato all'Architetto di sperienze e di osservazioni per condurle alla esecuzione: si gode il frutto del fatto, e non si pensa più in là. Facciamone quì un qualche esame per iscoprirne il magistero.

Naviglio della Martesana derivato attraverso della gran Costa di Vaprio.

Il Naviglio, detto della Martesana, derivato dalla situazione più alta del fiume Adda sotto Trezzo, di dove precipita giù per balze e dirupi a Concesa ed a Vaprio; questo

questo Naviglio, dissi, si è fatto inalveare alla destra sotto la costa del colle tagliato e scavato, ed alla sinistra sulle rive altissime dello stesso fiume, sostenute da questo lato da' muraglioni di grossi macigni, che dal più basso fondo della valle d'Adda salgono a scarpa a fiancheggiare e ad arginare per molte miglia il canale in tanta altezza, fino ad imboccare le pianure di Cassano, d'Inzago ec., nelle quali finalmente decorre incassato bensì sotterra, ma arginato ancora in quella parte, nella quale il suo pelo rimane superiore agli adiacenti piani. A tutti quelli, che dal fondo della valle, per dove continua il corso dell'Adda dopo la sua grande caduta, alzano all' insù gli occhi a questo Naviglio, fa maraviglia il vedere le barche a decorrere quasi sul ciglio d' colli, tirate da' cavalli su per quelle altissime arginature e sostegni, i quali separano il canale dal fiume primaro non navigabile in quel tratto. L'opera è delle più azzadose che si veggano in ogni altro paese o delle Fiandre, o della Francia.

Or quale necessità indusse l'Architetto di que' tempi tanto lontani a disegnare una inalveazione così operosa e tanto alta? Per aprire un qualunque canale di navigazione fino alla Città di Milano non era d'uopo porre l'incile a così alto posto del fiume. Ma molte furono le considerazioni, e tutte degne de' bravi Architetti di quella età; e ne farò quì un cenno.

Necessità di così alta derivazione.

I. In que' tempi, ne' quali pensavasi all' ingrandimento della Città di Milano, ed alla copia di tutte le cose provenienti da un dovizioso commercio, erasi progettato di condurre la navigazione dell'Adda dal Lago di Como fino alle nostre contrade: si volle adunque dar principio al canale navigabile, dove in questo tratto era interrotta la navigazione del fiume da Trezzo all'ingiù; con disegno poi d'altro più breve Naviglio, da cavarsi poche miglia superiormente a Paderno, quale ora si sta costruendo; per così ridurre a navigazione tutto il corso dell'Adda dal Lago di Como fino all' imboccatura di questo

sto nuovo canale, che ne continuasse la navigazione alla Città di Milano: ma a così alto oggetto era indispensabile che il nuovo Naviglio avesse principio da un punto più rilevato di diversione, e costeggiasse per molte miglia tutte quelle alture.

II. Il fine poi di abilitare questo canale all' uso d'una così vasta ed ubertosa irrigazione, obbligò l'Architetto a derivarlo dal medesimo sito superiormente alla nuova sua cascata di Trezzo, di dove antivide colla livellazione potersi inalveare comodamente per tutte quelle pianure, le quali si volevano innaffiare da Concesa fino a Milano. Altrimenti, se il punto di diversione stabilivasi al di sotto della caduta di Trezzo e di Concesa, s'incontravano due mali; cioè si perdeva la continuazione della navigazione dall' Adda nel Naviglio; e si correva certo pericolo che il canale derivato da punto più basso, portasse il pelo delle sue acque molto al di sotto de' piani delle campagne, e si perdesse l'irrigazione.

Situazione della Chiusa per rapporto alla più spedita introduzione delle acque.

Un' altra importantissima cautela dee aversi, quando il Naviglio sarà destinato a doppio uso e di navigazione, e d' irrigazione; ed è quella di collocare la chiusa e l' incile in situazione, dalla quale meglio si secondi la naturale direzione della corrente ad imboccare il canale, e si derivi copia d' acque proporzionata all' uno ed all' altro fine; quando però il fiume primario ne sia capace: imperocchè può accadere che le bocche d' irrigazione esauriscano prestamente d'acque il Naviglio, e di troppo abbassino il suo pelo, e lo rendano incapace di navigazione; come succede al Naviglio della Città di Brescia e ad altri simili, i quali dopo alquante diversioni restano in asciutto.

Quantità d'acqua proporzionata a due fini, d' irrigazione e di navigazione.

L' Architetto pertanto dividerà le sue misure e li suoi calcoli ed intorno a quella quantità d'acque, che di mano in mano uscir dee dal Naviglio per le bocche di derivazione, ed intorno a quella residua, che decorrerà nel canale, anche dopo tutta l'estrazione; e farassi a decidere se quest' ultima bastante sia a mantenere fino al fine

un'

un' altezza sufficiente alla navigazione. Al che gioverà assai che il Perito nel generale ripartimento delle pendenze da darsi al canale, d'altrettanto le diminuisca successivamente, a proporzione delle diramazioni delle bocche, fin quasi a ridurre il fondo a tale, che poco si scosti dall' orizzontale. La ragione si è, perchè, se colla successiva diminuzione del suo corpo se ne va scemando gradatamente la pendenza e la velocità; l'altezza del suo pelo non si altera sensibilmente, e si mantiene capace di navigazione, eziandio nel restante, comunque scarso corpo d'acque.

Calcolo sempre appoggiato alla sperienza.

Calcolatasi la molto maggior portata d'acque, che dal fiume vuolsi derivare nel canale per abilitarlo a' due fini proposti, volgeransi le considerazioni ad esaminare attentamente, se il canale medesimo capace sia di sostenere tanta copia d'acque necessaria al bisogno; se le sue arginature sieno da per tutto proporzionali a reggerne il peso e l'urto; se si corra troppo pericolo di traboccamento; se possa temersene troppa irruzione d'acque nella prima imboccatura, massimamente in occasione di piene; se finalmente un qualche accidentale eccesso d'acque introdotte possa immediatamente sfogarsi. Tutte queste e somiglianti riflessioni voglionsi premeditate molto prima di venire al fatto, e d'introdurre nel canale quel grandioso corpo d'acque, che può servire al doppio già detto fine. Anzi dall' Architetto non si farà mai la totale massima introduzione, se non dopo il tentativo di altre minori introduzioni; riserbando la decisione di molte dubitazioni e problemi, più alla sperienza ed alle osservazioni sul fatto, che al priorismo e calcolo.

Timidezza de' primi Architetti tolta dalle posteriori osservazioni.

In fatti li primi Architetti de' nostri Navig'j, e segnatamente di quello della Martesana, e li posteriori ancora, per più d'un secolo non si arrischiarono ad introdurvi dall' Adda tutto quel maggior corpo d'acque, che al medesimo tempo soddisfacesse a' due fini; ma furono contenti di limitarne l'introduzione a quella quantità, che alternatamente bastasse o alla sola irrigazione per tre giorni della settimana, o per altri tre alla sola navigazione.

Ho

Ho detto che *non si arrischiarono*, o perchè introducendosi a questo fine un doppio ed anche triplo corpo d'acque, come sarebbe convenuto di fare, non si sfiancassero dal troppo peso le continuate alte muraglie, che lo reggono sotto Vaprio, o perchè la sperienza non gli avesse ancora assicurati del potersi sostenere quasi pensile per lungo tratto un nuovo fiume di tanto maggior portata d'acque.

Finalmente sotto il Presidente Filiodone l'anno 1571 scorti i Professori da' migliori lumi delle passate sperienze, s'accinsero con nuovo coraggio ad ampliare la capacità del Naviglio: dilatarono ed avanzarono l'incile ad incontrare la corrente stessa del fiume; ed adattarono la chiusa ad un maggiore sostegno delle acque correnti, e ad una più copiosa diversione, e tale, che non ostanti le ampie e frequenti sue diramazioni per il corso di 27 miglia circa, il Naviglio si mantiene sempre fino alla Città di Milano in tanta altezza, quanta ne richiede la navigazione delle barche da carico; e dopo un secolo e più dall'epoca della sua prima costruzione, perfezionarono un canale, che sarà sempre di modello e di grande ammaestramento a' Professori in somiglianti difficilissime operazioni. Imperocchè non solamente applicarono i mezzi ad arricchirlo di maggior portata d'acque, ciocchè non riusciva ad essi malagevole a conseguirsi; ma con sagace antivedimento andarono al riparo d'un altro disordine conseguente, che potevasi prevedere nel tempo delle massime piene, le quali da questo stesso suo miglioramento di maggiore ampiezza dell' incile ed altezza della chiusa, si sarebbero più facilmente introdotte, con traboccamento e rovina de' suoi argini; e però quella attitudine, che davasi allora all' imboccatura, di attrarre un maggior corpo in acque basse, poteva riuscire rovinosa in acque alte. A questo premeditato inconveniente vi providero immediatamente con aprire nuovi e moltiplicati amplissimi sfogatoj, come diremo a suo luogo, i quali dalle loro soglie più basse del fondo del Naviglio, scaricassero nuovamente nell'Adda

Nuovo compenso di sfogo alla copia dell'acque.

 quel-

quella parte di piena, che fosse entrata; acciocchè l'introduzione e lo sfogo delle acque si regolassero con tale concerto, che all' eccesso della prima si contrapponesse subito l'eccesso del secondo; e però lo stato del Naviglio non potesse mai alterarsi. Rimane adunque bastantemente dichiarato, che la determinazione della chiusa in situazione più o men' alta del fiume, dipende dalla qualità del canale da cavarsi, e dal suo fine o di semplice navigazione, o d'irrigazione ancora.

PROPOSIZIONE II.

La chiusa, ossia sostegno destinato alla diversione del fiume non si pianti nel sito dell' alveo sottoposto immediatamente a qualche notabile cascata del medesimo; ma superiormente lo attraversi, dove il corso del fiume è meno violento e rapido, e meno resistente al suo piegamento nel nuovo incile.

Sito della Chiusa, ove sia disposta a fare il minor sforzo al piegamento dell' acque,

QUando con la livellazione riferita alle terre, per dove passar dee il nuovo canale, siasi stabilito a un di presso quel tratto, sul quale può fabbricarsi la traversa, per derivarne una parte del fiume; non può dirsi per tutto ciò posto fine allo studio ed alle cautele dell' Architetto intorno al suo preciso collocamento. Si guardi egli gelosamente di non piantarla al di sotto d'una qualche precipitosa caduta: e ciò per molte ragioni. I. Qualsisia derivazione dee farsi colla minore violenza, che possa praticarsi, al corso del fiume. Quando la traversa se gli contrappone, dove il suo movimento è più equabile per la maggiore dilatazione dell' alveo, e meno rapido per la minore declività; in tal caso con molto minor forza quivi si piegherà il fiume a volgersi all' incile: ma sotto una furiosa cascata, massimamente se ristretta fra' ceppi e balze; la chiusa di qualunque validissima costruzione, non sosterrà le violente percosse del fiume, e riuscirà di corta durata. II. Se il sostegno attra-

traversante sarà situato prima che il fiume entri, o s'abbassi nella sua maggiore caduta; quivi basterà un moderato alzamento del pelo del fiume al fine d'imboccare le sue acque nel canale di diversione in quella copia, che si vorrà; e per conseguenza molto minore altezza allo stesso fine dovrà darsi alla chiusa: ciocchè rileva moltissimo per la sua consistenza. All' opposto, se di sotto una qualche caduta si collocherà immediatamente la chiusa; le acque invallandosi su fondo più basso, richiederanno molto maggior altezza della medesima chiusa, per essere sollevate di pelo allo stesso punto di diversione già determinato dalla livellazione. Ma ognuno sa quanto di forza si scemi alla chiusa dall' essere più alta, e quanto di sollecitudine abbiano gli Architetti per risparmiarne, il più che fare si possa, l'altezza soverchia; acciocchè dal troppo alto ciglio del sostegno piombando il fiume al suo piede, non ne scalzi il fondo, e tutta scomponga la base del medesimo.

Ed ove non sia necessaria maggior altezza del Sostegno.

Una somigliante inavvertenza agli antichi Architetti del Naviglio di Bologna costò la rovina della prima chiusa di Casalecchio, della quale 'ne ho più volte riconosciuto le vestigia. Avevano quegli attraversato l'alveo di Reno con un sostegno posto molto al di sotto della presente chiusa, e dopo la precedente cascata, che fa il fiume fra' dirupati massi di tufo e di macigni. A disegnare per la prima volta la chiusa in questo sito più basso, furono eglino allettati e da' due fianchi delle sponde massicci e solidi di vivo sasso e sporgenti nello stesso alveo, e dal vantaggio di poter dare alla medesima molto minor larghezza in più stretta sezione: ma non si avvidero che per iscansare un minor male, s' incontrarono in altro maggiore e non tollerabile. Imperocchè dal sito più basso del fiume sotto la precedente caduta fu d' uopo accrescere d'altrettanto l'altezza al sostegno, per sollevare le acque di Reno fino a quel livello, che richiedeva la prima diversione d'un canale navigabile; e quindi la chiusa non ebbe forza di sostenere in così alto

Esempio della prima Chiusa di Casalecchio rovinata.

 stato

ſtato la maggior furia delle piene, e ſi ruppe e ſi roveſciò. Ma ſi correſſe toſto il primo errore con traſportare la coſtruzione della chiuſa poco ſopra la caſcata dell' alveo, in ſito più rilevato ed in fondo ſtabile, di dove le acque di Reno più facilmente vengono ripiegate all' incile, e dalla chiuſa in minor altezza ſoſtenute. Tanto è vero che tutto l' ingegno dell' arte è quello di collegarſi ſempre con la forza della natura, la quale è poi quella ſola, che prevale.

PROPOSIZIONE III.

Ne' fiumi ſottopoſti a grandi eſcreſcenze, quali ſono l'Adda ed il Ticino, non ſi ſtabiliſca la chiuſa, ſe non nella ſezione, dove più ſi allarghi regolarmente l'alveo de' medeſimi, quanto fa d'uopo ad isfogare, il più che ſi può, dalla creſta del ſoſtegno l' eceſſo delle maſſime piene, prima che s' imbocchino nell' incile del canale manofatto.

Neceſſità di sfogo maggiore delle piene dalla ſommità della Chiuſa in ſezione meno ſtretta.

IN ogni ſtabilimento di chiuſa e ſoſtegno la prima occhiata, che ſuol darſi da uno ſperimentato Architetto, è ſempre rivolta allo ſtato delle maſſime piene del fiume principale, dal quale ſi deriva il canale navigabile. Se il fiume decorreſſe ſempre con un corpo uniforme, ed in uno ſtato d'acque mezzane; le dimenſioni dell' ampiezza della chiuſa, e del ſuo ſcarico dal ciglio della medeſima, ſarebbero preſtamente definite dall' Architetto, col riferirle a quella limitata quantità d'acque, che in ogni ſtato traboccar dee dalla ſommità della chiuſa, acciocchè nel canale navigabile ſe ne imbocchi ſoltanto la miſura, della quale è capace. Ma uno de' pericoli maggiori de' canali navigabili ſi è l'irregolarità delle maſſime eſcreſcenze del fiume primario, le quali per l' incile medeſimo vi poſſono fare violente irruzioni.

E quì conviene diſtinguere due differenti qualità di canali navigabili. Alcuni ſono quelli, che derivanſi da' fiumi incapaci di navigazione; e però non la continuano, ma

ma la incominciano solamente dall' apertura del canale. Tale si è il Naviglio di Bologna cavato dal Reno a Casalecchio: il suo incile non è stabilito in tanta dilatazione, quanta sarebbe d'uopo a dare l'ingresso alle barche, le quali in questo fiume superiormente non hanno luogo: la navigazione ha principio dopo il punto della diramazione di questo canale; e quindi la fabbrica della prima apertura si è tenuta ristretta, e capace di quella sola quantità d'acque, che renda navigabile il canale, e niente più; e sopravvenendo escrescenze di Reno, se ne va tostamente al riparo abbassando la cateratta, e chiudendo l'incile o in tutto, o in parte.

Incile, che esclude l'ingresso delle piene con l' abbassamento delle Cataratte.

Altri Naviglj poi, come sono tutti li nostri, e segnatamente quello di Paderno sull'Adda, che stassi ora costruendo, vengono destinati a continuare la navigazione del fiume principale interrotta per qualche tratto del suo alveo o da precipitose cadute, o da interposti ostacoli; e questi canali non altrimenti si rendono atti a ricevere le barche dal fiume, fuorchè con apertura proporzionata di molte braccia in larghezza, colla quale il canale si congiunge col fiume, e ne continua la navigazione. Or questo è il caso, dove dall' Architetto si debbono prevedere le irruzioni delle piene nell' alveo del canale manofatto, quando con arte non siensi anticipatamente sfogate. Per questa ragione prescrivono che si pianti la chiusa in una sezione, dove più si allarghi il letto del fiume; acciocchè dalla maggior ampiezza della medesima possa ottenersi uno scarico più copioso delle escrescenze dello stesso fiume, oltre altri sfoghi particolari, de' quali ragionerò nel progresso. La ragione chiarissima si è, perchè, se da un lato l'angustia della sezione e del sostegno ristrigne lo scarico, e d'altro lato la piena del fiume non incontra resistenza alcuna nell' incile ampio ed aperto; egli è palese che la massima parte di essa piena si volgerà ad entrare nel canale, il quale non essendo capace di qualsivoglia quantità d'acque, non potrà sostenerne l'eccesso, con traboccamento e con rovina de' medesimi argini.

Incile sempre aperto alle piene ed alla continuata navigazione.

 Scri-

Scrivo ciò per disinganno di alcuni, i quali allettati da una falsa economía, consigliano talvolta la scelta della più stretta sezione del fiume, ove disegnano la chiusa, con notabile risparmio bensì di materiali e di travaglio; ma senza riflettere più oltre al caso delle piene, e delle più facili irruzioni delle medesime nell'incile aperto e libero al loro ingresso. Una grande conferma di questa generale legge noi abbiamo ne' tre nostri maravigliosi canali derivati dall'Adda e dal Ticino. Le piene del fiume Adda superiormente a Concesa, dove fassi la derivazione del Naviglio della Martesana, non sono certamente di quella straordinaria grandezza, quale hanno poi le stesse piene accresciute poco dopo dalle escrescenze del fiume Brembo, che vi si congiunge. Ciò nulla ostante, tra le molte sezioni minori, nelle quali l'Adda da Trezzo fino a Concesa decorre invallata tra rive altissime e tra' fianchi del monte, quegli antichi sperimentatissimi architetti non scelsero no la minima sezione di tutte, per attraversarla con un sostegno di tanto minore dispendio; ma scelsero in tutto quel tratto la sezione regolatamente più larga, dove vi fabbricarono la chiusa in larghezza di braccia 170, per isfogo più ampio delle piene: nè di ciò contenti, non si arrischiarono di attraversare col sostegno tutto l'alveo, e d'intestare la chiusa alla riva opposta Bergamasca; ma quivi vi lasciarono un' apertura di braccia 16 in larghezza, per ulteriore scarico delle piene, oltre lo sfogo amplissimo de' scaricatori e paraporti per tutta la lunghezza di quasi un miglio dallo sperone del primo argine, che divide il Naviglio dall'Adda.

Scelta di sezione regolare e larga pel collocamento della Chiusa.

Dove poi il medesimo fiume scendendo da Concesa a Cassano, si unisce col fiume Brembo, e perciò le sue piene si fanno incomparabilmente maggiori; quivi alla derivazione dell' amplissimo Canale di Muzza, il quale per la copia dell' acque chiamasi volgarmente fiume, scelsero una molto più allargata sezione dell' Adda, dove costrussero la chiusa in lunghezza di 500 e più braccia, dalla di cui sommità le straordinarie piene sfogassero più largamente, in

Esempj antichi del giusto collocamento delle Chiuse.

in altezza quando di due braccia, e quando di tre; e cotesto così amplo e dilatato sfogo accrebbero nell'estremità della chiusa con l'aprimento del canale denominato il *Traghetto*, di braccia 10, e con altri superiori scaricatori della *Bronzonata* e del *Ritorto*. E ciò, che fa maraglia, una tanta ampiezza e moltiplicità di sfogo non si giudicò ancora bastante ad impedire l'eccesso delle piene, le quali si sarebbero in parte insinuate nel Canale di Muzza; ma alla sua prima imboccatura ne raddoppiarono lo sfogo, parte col nuovo scarico della *Rottura*, che addimandasi volgarmente *Travacatore*, e parte con 30 grandiosi paraporti aperti in Trucassano, due miglia sotto l'incile.

Io non parlo quì dell'amplissima estensione della chiusa attraversante il canale del fiume Ticino alla derivazione del Naviglio grande: nè vi voleva meno di così larga sezione per isfogare le piene altissime del Ticino, e limitarne l'introduzione nell' incile aperto di questo Naviglio in larghezza di 70 braccia. Ho voluto produrre gli esempj di tre nostri antichissimi canali, i quali hanno servito di modello ad altri posteriormente costrutti in molte parti, per istabilire con tale scorta d'induzione la regola generale, che dee seguirsi nella scelta della sezione del fiume da attraversarsi con chiusa. Si calcoli prima dall' Architetto a un di presso la grandezza delle piene, alle quali soggiace in quel tratto il fiume principale; e con questo riguardo scelga egli la sezione più o men' ampia, ove il sostegno attraversante permetta sempre un proporzionato sfogo alle piene; nè si lasci sedurre giammai da una falsa economía di minore dispendio, preferendo la sezione più stretta.

Variazione dell' Architetto Meda dal primo disegno della Chiusa di Paderno:

A questa avvertenza mi ha indotto una recente controversia, la quale, mentre scrivo, si è eccitata tra' Professori in occasione del nuovo Naviglio di Paderno, per rendere navigabile l'Adda in quella parte. L'Architetto Meda, dugento e più anni fa, piantò la chiusa in uno stretto di questo fiume, denominato delle *tre Corna*; e

preferì la più angusta sezione intercetta dagli scoglj, all' altra superiore, già molti anni prima cominciatasi da' più vecchj Architetti in una sezione assai più ampia del fiume, denominata del *Sasso di S. Michele*. Due gravissime considerazioni di economía mossero il Meda a questa variazione dell' antico disegno. Primieramente facilissima quivi era alle tre Corna la formazione della chiusa, e di pochissimo costo; nè altro rimaneva a farsi, che l'intrecciamento delle sue parti di mezzo con li tre gran scoglj, che già risaltano dal fondo, ed attraversano l'alveo, e ristringono la sezione sostenuta e ben difesa da' fianchi del monte. Ma poi trasportando la chiusa all' insù nel sito già destinato dagli anteriori Architetti Milanesi al tempo del dominio de' Franzesi, incontravasi un' altra gravissima difficoltà d'un enorme dispendio, e quasi non sopportabile. Imperocchè da quel punto superiore di diversione fino alle tre Corna, per tratto notabile s'aveva a tagliare il fianco del monte, il quale si carica, e s'avanza sulle sponde del fiume, e chiude la via alla progettata inalveazione; ed in oltre tutto l'alveo del Naviglio per questo tratto era da scavarsi nel durissimo ceppo del monte.

Sue ragioni.

Or quando nel 1774 per supremo comando del Principe si venne alla deliberazione di questa medesima grande intrapresa, si eccitò parimenti tra' Professori lo stesso problema: ma alla considerazione d'una falsa economía prevalse la più importante cautela della sicurezza del canale per il tempo delle massime escrescenze dell'Adda. Si oppose subito al progetto del Meda già da esso lui infelicemente eseguito, che il voler di nuovo serrare il fiume in quell' angusta sezione di sole braccia 80, era lo stesso che voler introdurre le massime piene dell'Adda nell' incile aperto del Naviglio, le quali in questa parte, dove non trovavano resistenza, si sarebbero tostamente piegate, rinovando alle prime irruzioni le medesime rotture registrate già nelle antiche Memorie di questo Naviglio: che la regola e la pratica universale di tutti li sostegni era quell' unica, quale aveva insegnato agli Architetti la spe-

Prevalenza delle ragioni contrarie al progetto del Meda.

ſperienza e la ragione. Con queſte conſiderazioni ſi poſe fine alla diſputazione, ſi abbandonò la chiuſa del Meda, ſi preferì il primo diſegno della chiuſa ſuperiore, e ſi venne al taglio del fianco del monte, per dove ſi aprì la ſtrada al canale da derivarſi da un punto più alto, e da ſezione più larga, e da ſoſtegno capace di maggiore sfogo, ſulla foggia degli antichi, i quali reggono da più ſecoli, e ſoſtengono ſoltanto le acque baſſe, e sfogano le alte.

PROPOSIZIONE IV.

Le due inteſtature del ſoſtegno da una riva all' altra del fiume, ſotto l' apertura dell' incile, quando non ſieno già ſtabilite dalla natura nel vivo maſſo del monte, ſi rendano ſtabili con opere manofatte, e con ripari da non poterſi alterare dal fiume colle corroſioni.

Pericolo di taglio dell' inteſtatura del Soſtegno.

LA precedente regola di preferire la ſezione più ampia e più capace di sfogo alle piene nella ſituazione del ſoſtegno, s'incontra talvolta in altro ſcoglio, cioè in una ſezione di rive meno reſiſtenti, e più ſoggette ad eſſere corroſe dal fiume. A queſto effetto vi concorre la ſteſſa chiuſa e ſoſtegno, dal quale ſi tiene in collo la piena a maggior altezza; e perciò queſta eſercita maggior preſſione contro le rive, e le agita con vortici, e le apre e le ſquarcia con ſeni di corroſioni, e ſempre minaccia di tagliar fuora le inteſtature, e di abbandonare la chiuſa e l'incile. Molto più a queſto pericolo ſoggiacciono le chiuſe, quando il fiume ſuperiormente non decorre retto, ma ripiega il ſuo corſo con molte irregolarità ora alla deſtra, ora alla ſiniſtra, e minaccia di aprirſi altro alveo, che lo congiunga immediatamente col fiume principale, deviando dall' interpoſto ſoſtegno.

Da queſte vicende negli antichi e moderni tempi fu ſempre reſa difficile la manutenzione del ſoſtegno e della diverſione del Naviglio grande dal fiume Ticino, atteſa la

na-

natural coſtituzione della valle, nella quale decorre. Imperocchè in quella parte, di dove il Naviglio grande era da cavarſi dal Ticino, il corſo ſuperiore del fiume non è già incaſſato ed invallato tra le coſte del monte, com'è l'Adda nel ſito della diverſione del ſuo Naviglio, ma diſalveato e ſerpeggiante per il piano d'una valtiſſima valle, dove i cambiamenti ſono faciliſſimi e frequenti. Coteſta incoſtanza del fiume fu la prima difficoltà, nella quale ſi abbatterono gli antichi Architetti. E perchè appunto il taglio di queſto grande canale in ogni tempo fu ſottopoſto alla imperfezione appropriata a que' fiumi, i quali non decorrono fra rive ſtabili; ſarà di grande ammaeſtramento a' Leggitori la ſtoria delle operazioni e delle ſperienze fatte per dare in queſta parte con l'arte al corſo del fiume quella ſtabilità, che non poteva avere dalla natura. E quantunque i progetti ed i ripari di tempo in tempo introdotti, abbiano ſortito diverſi effetti, ora favorevoli al fine propoſto, ed ora contrarj od inutili; non pertanto dal loro giuſto paragone ſe ne formerà quella teoría, la quale ſia un frutto d'oſſervazioni, e poſata ſul fondo certo de' veri fatti.

Sperimenti e lavori nelle due intestature del Soſtegno del Naviglio grande.

Primieramente a provvedere al pericolo delle corroſioni delle rive del Ticino, e ad impedire qualſiſia ſviamento, o torcimento della corrente dall' imboccare direttamente l'incile, ſi armarono le due ſuperiori rive con peſanti macigni, ſoſtenuti ed intrecciati da ſode palificate per lungo tratto, da Oleggio all' ingiù fino all' imboccatura del Naviglio; come riferiſce il Cancelliere Settala, e ſi dimoſtra dalle antiche Relazioni de' Periti di que' tempi, e dalle opere manofatte, le quali ora ſi veggono.

Grande armatura alla ſpalla ſiniſtra di Tornavento.

Ma ſiccome, ciò nulla oſtante, li frequenti ſerpeggiamenti del fiume portavano la corrente ad inveſtire più furioſamente, ora la ſiniſtra ſpalla dell'incile ſotto Tornavento, ed ora la deſtra verſo il Canale di Pavia; all' uno ed all'altro pericolo vi contrappoſero ripari proporzionati. Attraverſarono e fortificarono il fianco ſiniſtro dell' incile col celebre ſperone denominato *Pennellone di Tornavento*, il

il quale a guisa d'un continuato scoglio, pone termine a qualsisia avanzamento del fiume da quella parte.

Sostegno de' Mancini alla destra.

La spalla destra della gran chiusa del Ticino, chiamata volgarmente il *Sostegno de' Mancini*, fu in que' tempi meno fortificata, perchè meno sottoposta alla corrente del fiume, la quale si manteneva sempre rivolta al sinistro fianco, e contro il pennellone di Tornavento; e soltanto nell' ultima variazione del fiume fu riservato a' nostri giorni il suo più valido rifacimento, proporzionato alle nuove circostanze, come riferirò in appresso.

Sfogatoio delle piene.

Dal destro fianco del sostegno de' Mancini procedendo all' insù verso la lanca del Pozzo, e dirimpetto alla lanca di Bragadano, sulla riva interposta tra il Ticino superiore ed inferiore fu aperto dagli antichi e costrutto quel grandioso scaricatoio del fiume, quale veggiamo anche in oggi. Il fine primario di questo fu di sfogare le piene, le quali s'incamminano per la lanca di Bragadano, e divertirle anticipatamente giù per il canale inferiore del Ticino, che va a Pavia, e con tale sfogo regolato ad arbitrio, sollevare l'imboccatura del Naviglio da un troppo eccessivo carico d'acque.

Armatura della riva destra.

Alle furiose correnti, le quali dal lato destro per la lanca di Bragadano vanno ad investire le due spalle di questo scaricatore, e la riva tutta disposta alla corrosione, contrapposero una vasta mole di continuata armatura di macigni legati con colonne di grossi alberi e viva calce, per sostenere da questa parte il Ticino, acciocchè non si avanzasse nelle corrosioni ad unirsi col suo alveo inferiore, abbandonando il Naviglio ed il presente suo andamento.

Da cotesti provvedimenti di tempo in tempo accresciuti come e quando richiedeva l'incostanza del Ticino in questa sua valle, si mantenne regolato ed imbrigliato per più di due secoli l'irregolarissimo suo corso, senza pericolo di alcun suo sviamento dall' una e dall' altra intestatura: ma nel 1758 il Ticino abbandonò il corso più retto alla sinistra verso l'imboccatura del Naviglio, e tutto si ripiegò alla destra parte della riva d'Oleggio, ristringendo la

cor-

corrente viva sotto il piede del sostegno de' Mancini, e scavandone il fondo in tanta profondità, che più non si sostenevano le colonne di legno, che ne armavano la fronte.

Nuovo piegamento del Ticino a destra.

Quello che più dava a temere la novità di questo andamento del fiume, era la violentissima corrosione della intestatura destra della chiusa del Ticino, cioè del sostegno de' Mancini; perchè tolto il medesimo, per questa nuova apertura s'inalveava il fiume giù nel canale inferiore, ed abbandonava l'imboccatura del Naviglio.

Progetto di rettificazione.

Da due nostri Periti Camerali si propose allora, ed in parte si eseguì il progetto di rettificare il corso superiore del Ticino avanti l'imboccatura del Naviglio, e di riaprirne il nuovo alveo, il quale colla recente diversione si era da se riturato; e già da più centinaia di lavoratori avanzavasi il lavoro nel nuovo scavamento del fiume, con quel dispendio, che ognuno può figurarsi; e sempre sulla familiare lusinga che il Ticino di per se sarebbesi tostamente incamminato sul letto, che se gli andava preparando, e sulla via più corta, abbandonando il tortuoso e lunghissimo cammino sotto la riva d'Oleggio e del sostegno de' Mancini.

Ragioni contrarie al progetto della rettificazione.

L'operazione della progettata rettificazione era già nel suo più fervido avanzamento; quando da S. E. il Signor Conte Cristiani Ministro Plenipotenziario venni spedito a riconoscere questo lavoro, e a dirne il mio parere, quale produssi nella stampata Relazione. La somma delle mie riflessioni fu la seguente: Che gittata era la soverchia spesa progettata, e calcolata d'un mezzo milione di lire nostre, per conseguire un tale rettificamento dell' alveo del Ticino: che non dal letto preparatogli, ma dal concorso delle antecedenti cause dipendeva che il fiume volgesse il suo corso più ad una parte che all' altra; e perseverando quelle, l'alveo nuovo alle prime piene sarebbesi riempiuto di ghiaie: che in questa valle disalveata passeggiata dal fiume in ogni tempo e con tanti rami, sarebbe un' intrapresa disperata il voler pretendere

di

di rettificarne l'andamento: che la pratica de' più antichi e sperimentati Architetti era sempre stata quella di permettere pur al fiume in ogni altra parte li suoi naturali svagamenti, e di non corrergli mai dietro con opere manofatte per costrignerlo ad un rettifilo, che non soffrirebbe giammai: che per quanto il Ticino si divagasse nella valle, doveva alla per fine ridursi sempre a questo passo tra la riva sinistra di Tornavento e di Lonate, e la destra del sostegno de' Mancini: che a contenerlo tra questi confini era sempre stata rivolta l'opera e la spesa de' passati Architetti; e però il sostegno de' Mancini, e l'intestatura destra della traversa del fiume erano da sostenersi ad ogni costo, non già con semplici colonne di legno, come in addietro, ma con pesanti macigni gittati nel fondo del fiume per tutto il tratto della riva corrosa, ed ammucchiati ed infra loro legati, e sporgenti contro la corrente a guisa d'un continuato sperone, che mantenesse immobile lo stato di prima e l'intestatura destra, com'erasi già fatto alla sinistra col pennellone di Tornavento, quando il fiume erasi piegato a quella parte.

Rifacimento del Sostegno de' Mancini.

Dietro a questa mia ragionata Relazione uscì il decreto dell'eseguimento. Si sospese immediatamente il rettifilo, si rifece in forma validissima il sostegno de' Mancini, come si vede in oggi; e collo sperimento di tanti anni si è confermato quello, che io aveva predetto la prima volta, che tutti li precedenti irregolari movimenti del fiume non erano da temersi, quando il suo corso s'imbrigliasse tra' confini delle due intestature. Ho voluto quì, non già con astratte regole, ma con esempj e fatti, come io ho per costume, dimostrare qual sussistenza possa darsi al taglio d'un canale manofatto, quando l'Architetto si abbatta nella inevitabile necessità di doverlo aprire tra rive instabili e facili ad essere corrose, e segnatamente ne' casi di alterazione di corso del fiume primario.

Regola generale in casi somiglianti.

PRO-

PROPOSIZIONE V.

Se al Canale navigabile di Paderno, del quale, mentre scrivo, se ne va proseguendo il grandioso lavoro, necessario si renda il sostegno attraversante l'Adda, per derivarla nel nuovo suo incile; e se il medesimo sostegno sia indispensabile generalmente in qualsivoglia fiume, per sostenere in ogni suo stato variabile nel canale di diversione un corpo d'acque di tanta altezza, quanta è necessaria o alla navigazione delle barche da carico, od anche alla contemporanea irrigazione.

Altro nuovo progetto di tralasciare la Chiusa.

IN occasione della Visita al nuovo incominciato Naviglio di Paderno fatta nello scorso anno 1775 nel mese di Maggio da' Periti e da' Matematici per commissione di S. A. R. l'Arciduca Ferdinando, ho udito progettarsi da più d'uno il risparmio della traversa all'Adda, com' è costume, ed in quella vece consigliarsi un semplice partitore situato e prolungato nel mezzo dell' alveo del fiume, e dividente il medesimo in due rami, per imboccare da un lato le acque del fiume nell' incile, più o meno dilatato, come tornasse bene, lasciandone l'eccesso a decorrere giù liberamente per l'altro ramo del fiume principale. A questo pensiere conciliavasi poi molta verisimiglianza coll' esempio de' rami navigabili, ne' quali si spartono tanti fiumi primarj d'Europa, il Po, il Reno, il Danubio ec.; e lo stesso progetto colorivasi con molti vantaggi, e di uno sfogo più libero nelle piene per il letto continuato del fiume, e di uno scarico alle ghiaie niente impedito dal sostegno.

Necessità di sostegno alla diversione de' Fiumi di grande caduta.

Somiglianti progetti sorprendono certuni a prima vista, perchè con errore li considerano accompagnati da quelle sole circostanze propizie, le quali poi non hanno, cioè e d'una moderata ed uguale caduta del tronco principale nelle due diramazioni, e di corpo d'acque sempre bastante allo scorrimento e riempimento delle medesime.

Ma

Ma dove variabilissimo è il corpo d'acqua del fiume, come accade quì all'Adda, e molto più dove il suo corso è precipitoso nel proprio alveo, non si potrà giammai derivare stabilmente a livello più alto nel letto del Naviglio l'acqua del fiume, se lo stesso non verrà sostenuto da una traversa al medesimo livello dell' incile. E questo è il sistema generale di tutti i Naviglj, i quali si cavano da' fiumi dotati d'una grande caduta, com'è quì fra noi l'Adda ed il Ticino, ed altrove il Reno di Bologna e tant'altri, i quali soggiacciono a grandi alterazioni. Imperocchè, se le acque sono alte nel fiume, se ne scarica la sovrabbondante, non solamente dal ciglio del sostegno, ma da' più bassi sfogatoj; de' quali mi rimane ancora a ragionare: se le acque si dimagrano, la chiusa le diverte tutte, o quasi tutte nel canale aperto. In questa forma variandosi in ogni stagione lo stato del fiume principale, non si altera giammai lo stato del Naviglio, fino a quel limite d'altezza, capace di comoda navigazione.

Sostegno regolatore.

Il sostegno attraversante l'alveo principale dee considerarsi come un vero *Regolatore*, il quale sottragga sempre dal fiume e dal suo più rapido corso, e diverta nel Naviglio quell' invariabile quantità d'acque, senza la quale o sarebbe incagliata la navigazione, ovvero diminuita l'irrigazione. In fatti nello scorso anno 1775, attesa la straordinaria siccità di molti mesi, tutto il corpo del Ticino e dell' Adda introdotto dalla chiusa ne' due rispettivi Naviglj, appena era bastante a mantenerne la navigazione, e molto meno l'irrigazione; e quando non vi si fosse interposto il sostegno, sarebbe rimasto quasi in secco l'uno e l'altro de' due Naviglj.

A decidere poi interamente della necessità della chiusa, quando le acque del fiume si hanno a rivolgere ad un fondo più alto d'un canale manofatto, basta richiamare alla mente ciò che insegna il Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi, e qual differenza passi tra li canali regolati, e li rami, ne' quali naturalmente si sparte il fiume.

me. *Negli alvei de' canali regolati*, dic'egli, *è così regolata l'introduzione dell' acque, che ad ogni volontà di chi li regola, possono esse od accrescersi, o sminuirsi, od affatto togliersi: senza di che equivalerebbero ad un ramo, o braccio di fiume naturale; ed in tal caso non potrebbero dirsi regolati.* Il sostegno adunque in questi è necessario per conservarli in una stabile consistenza. All'opposto, se la derivazione farassi con un semplice partitore piantato nell' alveo del fiume principale; la sola disuguaglianza delle due diverse cadute cagionerà quella incostanza, che abbiamo già notato essere propria di tutti li rami de' fiumi. Imperocchè ad effetto che li due rami, i quali si dividono dallo sperone del partitore, si mantengano, *si richiede*, come si è detto altre volte col Guglielmini, *eguale caduta nell' uno e nell' altro di essi*, *egualmente spedita l' introduzione dell' acqua nell' imboccatura de' medesimi*, *eguali le resistenze delle ripe*, *e particolarmente del fondo degli alvei*, ed in fine eguali tutte le circostanze, che possono od accrescere, o conservare, o ritardare la velocità dell' acqua, che scorre per essi.

Eccesso di caduta tolto dal Sostegno.

Ma quando mai potrebbe incontrarsi una così puntuale uguaglianza di circostanze nella nuova derivazione del Naviglio di Paderno non sostenuto da chiusa, come si progetta da taluno? Dal lato del fiume la caduta è precipitosa; ed all' imboccatura del Naviglio le acque non possono avanzarsi, se non ad un livello e piano più alto: questo solo divario verrebbe a distruggere lo stesso Naviglio. Imperocchè le pesanti materie e ghiaie ed arene si deporrebbero tutte all' imboccatura del Naviglio, dove si rallenta la velocità; ed al contrario l'altra apertura libera del fiume si manterrebbe sempre sgombra e prevalente; e quindi in brieve tempo rapirebbe a se tutta la copia dell' acque. Ciocchè è conforme alla massima del Guglielmini nel citato capo 12, ove scrive: *Per altro*, *quando in un ramo vi sono impedimenti stabili*, tra' quali è la differenza della caduta, *e nell' altro perpetua facilità di corso; in una parola*, *quando un ramo gode continuamente delle con-*

di-

dizioni più vantaggiose al di lui corso, alla di lui dilatazione ed escavazione, nè mai si viene all' equilibrio con le condizioni dell' altro; è necessario che il medesimo assorbisca col tempo tutta l' acqua del fiume, e che l' altro ramo sia abbandonato ec. Cotesto sbilancio di condizioni viene tolto immediatamente ne' canali regolati dalla chiusa nel fiume principale, la quale uguaglia la velocità del corso nell' una e nell' altra diramazione, frena quinci la troppa caduta, e solleva le acque ad un livello comune, dal quale con uniforme corso una parte decada dal ciglio della chiusa, ed altra parte s' introduca nel Naviglio.

Sebbene il problema d' economía, che in oggi si muove, si è già deciso fino da cento e più anni fa; e la sperienza fattane della derivazione del Naviglio grande col semplice uso d' uno sperone partitore nel Ticino, ci ha dimostrato la necessità della chiusa, molto più autenticamente di quello, che avesse potuto scoprirci qualunque ben ragionata teoría. Per disinganno adunque di alcuni, i quali ora rinovano il medesimo progetto, riferirò le diverse vicende, alle quali per molto tempo fu sottoposta l' imboccatura del Naviglio grande, finchè sotto il Governatore Terranuova si venne al finale provvedimento di costruire la traversa a tutta la sezione del fiume; come riferisce il Cancelliere Settala ne' capi 25, 26, 27 della sua stampata Relazione.

Esempio dell' inutilità del Partitore in luogo della Chiusa.

Li primi Architetti del Naviglio grande invaghiti d' una maggiore semplicità d' operazioni, nella sua diversione avevano aperta l' imboccatura del canale coll' avanzamento d' un validissimo sperone, dal quale dividevasi la sezione del fiume, parte a decorrere giù per l' alveo suo naturale, e parte ad entrare nel canale artefatto; giust' appunto, come figurano anche in oggi alcuni moderni Architetti doversi fare nell' Adda pel nuovo Naviglio di Paderno. Quello che ne avvenne subito in que' tempi, viene riferito dal citato Storico de' nostri Naviglj. Imperocchè essendo rapidissima la caduta del Ticino nel suo letto continuato del Canale di Pavia, ed al contrario più ritardato il suo cor-

so all'imboccatura meno declive del Naviglio; da questa sola grande disuguaglianza ne procedeva, che dalla parte del fiume alla destra dello sperone l'apertura si mantenesse sempre più profondata e dilatata, ed alla sinistra all' imboccatura del Naviglio vi si deponessero le ghiaie e materie pesanti: quindi ad impedire il totale sviamento del fiume dalla bocca del Naviglio era indispensabile lo spingere sempre innanzi lo sperone, per incontrare un fondo maggiore del fiume, il quale per la medesima cagione prestamente riempievasi di nuovo, rivolgendosi tutto il corpo dell'acque alla destra del partitore, dov'era sempre rapito dalla maggiore caduta, e abbandonando il Naviglio.

Sperienze del Partitore del Ticino.

Con quanto dispendio e pochissimo frutto si rinnovassero ogni anno le medesime operazioni, lo riferisce il Settala, ove rozzamente sì, ma veracemente quanto al fatto, scrive al capo 25: *Per tali rotture ed inconvenienti fu necessario in quei tempi far nuovi speroni, ripari e nuove bocche, spingendo sempre innanzi l'imboccatura del Naviglio, e facendo con grandissima violenza alzare l'acqua del fiume, se doveva entrare nel Naviglio; come si è visto per le riformazioni delle bocche e dei speroni fatte negli anni* 1559 *e* 1564, *e come si vede nel luogo da Tinella insù per due miglia, ove sono vestigia vecchie di diversi speroni e bocche fatte con grandissima spesa di palificate ec.* Quanto poi fosse inutile un tal avanzamento dello sperone, lo racconta egli, non da Idrostatico, ma da semplice Storico con queste parole: *Ogni qualvolta si allungava la paladella e sperone, il corso del fiume sfondava grandemente il letto della detta apertura, lasciando in alto il fondo della bocca del Naviglio.*

Rovina del Naviglio.

Finalmente nel 1585 tutto il Ticino si ripiegò al Canale di Pavia, dov'era sempre invitato dalla caduta incomparabilmente maggiore, ruppe lo sperone e partitore, ed abbandonò interamente l'imboccatura del Naviglio; e se ne sospese la navigazione e l'irrigazione. Quale tumulto cagionasse nella Città la mancanza del Naviglio, ciascuno può immaginarselo; e crebbe a segno, che obbli-

bli-

bligò tutto il rispettabile corpo del Magistrato co' più insigni Periti a trasferirsi sul luogo, per ivi decidere dell' origine del disordine, e del rimedio. La disuguaglianza della caduta del fiume nelle due diverse imboccature fu quella, che saltò agli occhi di tutti per vera origine dell' incessante rituramento della bocca del Naviglio : ma troppo effimero fu il rimedio, che allora proposero. Si lusingarono di poter rimediare all' effetto senza togliere la vera cagione, e furono contenti di progettare e di ordinare che dall'imboccatura all'ingiù si desse al letto del Naviglio con uno straordinario scavamento quella maggiore caduta, che permettesse lo stato del suo corso e del suo livello; non già per uguagliarla a quella, che naturalmente aveva il Ticino nel propio letto, ma per accostarla almeno, quanto più far si potesse; e con tale accrescimento di pendenza e di velocità nel suo ingresso, speravasi di mantenere spurgata la bocca dello stesso Naviglio: dissero, che un tanto abbassamento del suo letto poteva farsi di tre braccia per lo meno, e per molte miglia, fino ad incontrare altra caduta del suo fondo, o maggiore, od uguale almeno. Fu eseguito nel 1585 un così grande scavamento con quella celerità, che richiedeva il bisogno pubblico, cioè in 20 giorni con 1000 giornalieri per ciascun giorno, come fu calcolato da' Periti nel Piano dell' appalto; ma nello stesso tempo lasciarono l'imboccatura del Naviglio nel vecchio sistema d'un semplice partitore, il quale la dividesse dal fiume.

Progetto effimero di rimedio.

Negli anni seguenti s' avvidero tosto dell' errore. La prevalenza della caduta, quale aveva sempre il canale libero del Ticino verso Pavia, rese vani tutti questi dispendiosissimi tentativi di maggiore scavamento del medesimo Naviglio. Imperocchè rimanendo viva e perseverante la cagione dello sconcerto, l'effetto riusciva sempre di maggiore profondamento dalla parte del fiume, e di maggiore alzamento del fondo dal lato sinistro dello sperone, per dove imboccavasi dal Naviglio l'acqua più ritardata del fiume. Finalmente il Signor Questore Provinciale Francesco

Errore di voler impedire l'effetto senza toglierne la causa.

 Cid,

Ciò, come racconta il Settala, *spertissimo quanto ogni altro Ingegnere*, e lo stesso Perito Meda si chiarirono dell' errore, nel quale avevano sempre camminato li passati Ingegneri, e convennero che finattanto che si permettesse una tanta disuguaglianza di caduta di quà e di là dallo sperone, non si toglierebbe la vera origine dell' alzamento dell' imboccatura del Naviglio: che il partito praticato per un secolo di spingere sempre innanzi lo sperone ogni anno, procedeva all' infinito senza stabilità: che l' unico rimedio era quello di uguagliare le cadute, attraversando con un sostegno il Canale di Pavia; acciocchè il fiume senza prevalenza di corso, parte s' incamminasse al Naviglio, e parte alla sommità della chiusa. La traversa fu tostamente fabbricata con quella solidità di macigni, di colonne, di armature, che richiedeva il caso di sostenere tutto il fiume al medesimo livello di fondo, che aveva l' imboccatura del Naviglio, come si vede anche in oggi; e questo solo progetto ben eseguito, pose fine a quell' incostanza, la quale aveva travagliato per più d'un secolo la nostra Città. Così conchiude il Cancelliere Settala con queste parole: *Il che dal Magistrato fu approvato ed eseguito; e l' Illustrissimo Sig. Duca di Terranuova al presente Governatore di questo Stato, visitando le dette opere, e lodandole grandemente, disse alla presenza di molti Signori, essere stata impresa Romana, e che il rimedio della traversa per far bocca perpetua al Naviglio, era giudiciosa ed utile invenzione.*

Primo stabilimento della Chiusa.

La storia delle antiche sperienze è sempre il modello, sul quale i moderni Periti possono ricredersi di qualche scusabile errore de' vecchi; ed io l'ho prodotta ampiamente per disinganno di alcuni, a' quali pareva di poter derivare stabilmente dall' Adda il nuovo Naviglio di Paderno, senza il dispendio della chiusa, e col semplice partitore. Il caso è lo stessissimo che quello del Ticino e del Naviglio grande.

PRO-

PROPOSIZIONE VI.

La misura dell' alzamento della chiusa al fiume sarà regolata da quel preciso alzamento di pelo, del quale sulla soglia dell' incile ha bisogno il corpo d'acque nel Naviglio per servire all' uno ed all' altro fine, della irrigazione, dove ha luogo, e della navigazione; e con quale regola, e serie di sperimenti si debba procedere in questa determinazione.

QUì si naviga fra due scoglj; e di grande accorgimento fa d'uopo ad un Architetto per ridurre ad una giusta mezzanità provvedimenti, li quali sembrano contrarj: perocchè o colla depressione del sostegno si corre pericolo di non introdurre nel canale un corpo d'acque bastevole alla navigazione nello stato di magrezza del fiume, ovvero con la troppa altezza del medesimo si espone il canale ad una violenta irruzione in acque alte.

Regola incerta dell' alzamento della Chiusa.

Sono alcuni d'avviso che la chiusa possa costituirsi in altezza media tra la massima bassezza del fiume, ed il punto della massima altezza, a cui sale qualsivoglia escrescenza. Ma questa è regola incertissima, sì perchè nella solita incostanza de' fiumi sono sempre incerti questi due punti estremi, e sì ancora perchè li crescimenti del corpo d'acque sostenuto dalla chiusa sono sempre in maggior proporzione di quella, con cui crescono le altezze; e però l'altezza media ne' due diversi stati del fiume non può adottarsi qual regola certa o di quel corpo d'acque, che debba introdursi nel canale di derivazione, o di quell' alzamento stabile, che a questo fine convenga dare alla chiusa. Oltre di che la costante osservazione de' nostri canali navigabili insegna che le massime escrescenze dell' Adda e del Ticino si sollevano a tanta altezza sopra la cresta delle loro chiuse nello stato presente, che soverchia sarebbe, e da non tollerarsi l'altezza media, che si vorrebbe dare alla chiusa in questo sistema.

La regola dunque di quella precisa misura d'altezza, che può bastare alla chiusa, si risolve tutta in quel costante alzamento di pelo d'acque, che fino dalla sua prima introduzione è necessario al Naviglio per servire o alla sola navigazione, ovvero alla irrigazione ancora. Nel primo caso rifletta l'Architetto alla qualità delle barche da carico, le quali sono appropriate alla navigazione, che si ha per oggetto, e quanto sia l'ordinario peso delle merci, le quali si hanno a trasportare, e quanto peschino sul fondo le suddette barche; affinchè l'alzamento del pelo dell'acque sulla soglia dell'incile sia sempre proporzionato a sostenere galleggianti le medesime barche. Da questa considerazione procederà l'Architetto a determinare l'alzamento della fabbrica del sostegno sulle stesse misure; acciocchè in ogni stato ancor d'acque bassissime, non si alteri giammai fino dalla prima imboccatura la costante altezza del corpo d'acque necessario alla navigazione, e tutto il di più si scarichi ne' soliti sfogatori, de' quali avremo a ragionarne in progresso.

Altezza dell' acque sulla soglia dell' Incile regolata dall' altezza della Chiusa.

Che se il Naviglio nel secondo caso, oltre alla navigazione, servir debba ad una vasta irrigazione di molti Territorj, come accade a' due nostri antichi Naviglj dell'Adda e del Ticino: siccome si avrà premura d'una molto maggiore introduzione d'acque; così al sostegno attraversante il fiume principale si darà altezza maggiore, e proporzionata alle molte diramazioni, acciocchè queste non impoveriscano di troppo il Naviglio, e non lo rendano incapace di navigazione.

Vero è, però, che eziandio in questo caso alla scarsezza dell' acque del Naviglio esauste dalle precedenti diramazioni, sottentra l'uso maraviglioso de' sostegni amovibili, denominati volgarmente *Conche*, le quali sollevano sempre il livello dell' acque a quella maggiore altezza, che non avrebbero dal loro corpo, e vi mantengono la navigazione. Con questo artifizio il Naviglio della Martesana introdotto nella Fossa interiore della nostra Città, vi conserva coll' uso delle conche la navigazione, la quale

Rapporto da aversi alla navigazione ed alla irrigazione.

le quivi verrebbe meno per la piccolezza del corpo d'acque rimastevi dopo le tante estrazioni.

Alzamento della Chiusa proporzionale al fine del Naviglio.

Il vantaggio, che ha il nuovo Naviglio di Paderno sopra gli altri nostri antichi Naviglj, si è che l'unico suo fine è quello di poter continuare per due miglia circa di questo canale la navigazione intercetta dell'Adda, regolandone le cadute con cinque primarj sostegni, i quali mantengono il suo pelo a quell'altezza, che può bastare alla sola navigazione. Da questo suo proprio sistema e fine n' è conseguente che molto minor corpo d' acque se gli renda necessario, perchè regolato dalle conche fino in vicinanza alla prima imboccatura, e molto minore alzamento debba darsi alla chiusa medesima destinata al semplice fine di sostenere nel canale la navigazione: laddove negli altri due Naviglj l'altezza della chiusa sollevar dee le acque del fiume a pelo più alto di quello, che convenga alla sola navigazione de' suddetti canali, e con ampiezza di bocca di 60 e di 70 braccia, e con pendenza maggiore introdurle in questi in quella maggior copia, la quale si rende necessaria al doppio uso de' medesimi canali. Or tutta questa più copiosa introduzione sarebbe soverchia, ed anzi nociva al Naviglio di Paderno, a cui basta un assai moderato corpo d'acque sostenuto non solamente dalla chiusa, ma dalle conche interposte in tutta la sua lunghezza di due miglia circa, fino all'ultimo suo sbocco in Adda, dove si continua la navigazione.

E quì mi si apre il luogo di avvertire gli Architetti che qualunque teoría possa da essi pensarsi in questo genere dell'alzamento della chiusa, non giugnerà mai essa ad abbracciare le svariatissime circostanze d'infiniti casi particolari, ne' quali i medesimi s'incontreranno. Ed in questa parte l'Architetto dee sempre propendere al meno, che può dare d'altezza alla chiusa, che al più; sì perchè lo sfogo del fiume dalla sommità della medesima riesca più copioso; e sì ancora perchè la minore altezza, che può comportarsi dalla chiusa, meno pregiudica alla sua consistenza.

 Con-

Alzamento successivo della Chiusa regolato dalle sperienze di più piene.

Consiglio pertanto gli Architetti del nuovo Naviglio di Paderno ad avere ricorso alla sperienza, quando si vorrà procedere a questa scabrosa operazione. Nè si creda che dagli antichi si conducesse la prima volta, e di prima loro invenzione la chiusa a quell'altezza, che suggerì loro la teoría: vi vennero per tutti li gradi di molte osservazioni a quel segno d'altezza, quale noi ora veggiamo; e risparmiarono tutto quel più, che non era necessario al fine del Naviglio. Si riservi adunque per ultima l'operazione della chiusa da fabbricarsi. Questa su vasta base di pesanti quadroni collegati ed incastrati, e sostenuti da due ordini di colonne, si vada alzando di strato in strato, quanto basterebbe ad imboccare nell'incile uno scarso corpo d'acque in altezza d'un braccio, o poco più; e quivi si faccia punto, e si osservi quale cambiamento per rapporto al letto del fiume, vi faccia una sì fatta prima parte della chiusa, qual corpo d'acque entri nel Naviglio, ed in quale altezza, e con quanta velocità, non meno in acque basse, che in acque alte, per decidere di quanti sfogatoj e di quale ampiezza abbia bisogno la chiusa medesima per iscarico delle piene e delle ghiaie, come mi rimane a dichiarare fra poco. In questo mezzo, nel quale non si sarà dato ancora al Naviglio il carico intero d'acque per farlo navigabile in ogni stagione, l'Architetto osserverà se l'andamento dell'acque sia sempre equabile e sostenuto; se il livello della sommità de' portoni delle conche sia qual si convenga agli alzamenti ed abbassamenti del pelo d'acque, che si debbono fare nel passaggio delle barche per le diverse cadute del canale; e con quanta prestezza si faccia o il riempimento delle conche, o il loro votamento; se gli ordigni dell'aprimento, o chiudimento de' portoni e delle chiaviche si arrendano a quell'impulso, che loro danno i barcaiuoli; se finalmente la salita delle barche, o la discesa s'abbatta in troppa corrente da doversi frenare. Colla scorta poi di simili sperimenti si proceda ad altri successivi alzamenti della chiusa; ma sempre con l'av-

ver-

vertenza di non alzarla più oltre di quel termine, nel quale eziandio in istato d'acque bassissime, si possa mantenere sufficiente navigazione nel canale. In somma è di mestieri che per ogni conto si schivi il pericolo d'una chiusa più alta del bisogno, e d'una improvvisa irruzione del fiume, prima d'avere fatto lo sperimento del concerto di tutte le parti del nuovo Naviglio con un mezzo carico d'acque, o poco più.

Termine dell' alzamento posto al confronto di tutte le altre osservazioni.

Quali poi sieno gli sfogatoj, che si aprono nella medesima chiusa, ed in qual forma se ne regoli l'uso nelle varie vicende dell' escrescenze e delle bassezze del fiume, se ne rimette la trattazione al Capo seguente.

PROPOSIZIONE VII.

Il primo argine partitore costrutto di pesanti quadroni di duro masso di pietre, il quale comincia dallo sperone angolare dell' incile a separare le acque del canale dal fiume, che più rapido e basso vi decorre a canto; il detto argine partitore si alzerà con la medesima legge della chiusa, e farà le veci di uno stabile Regolatore, dal quale per tratto notabile trabocchi nell' alveo del fiume quell' eccesso d'acque, che in tempo di escrescenza vi fosse entrato.

LO sfogo delle piene, che fassi dal ciglio della chiusa moderatamente alzata, come si è dichiarato, e dal suo particolare sfogatoio, del quale ragionerò in seguito, non potrà giammai impedire che una parte della medesima piena in tal tempo non abbia l'ingresso nel canale di derivazione, con alzarne il suo pelo soverchiamente. Se questo primo eccesso d'acque non fosse tosto scaricato, porterebbe nel progresso inondazioni e rovine al canale medesimo. Il primo argine partitore adunque non è altro che un esatto *Regolatore* di quell' altezza d'acque, che è dovuta alla navigazione, ovvero alla irrigazione ancora, alleggerendo il Naviglio del soprabbondante corpo,

Regolatore del Naviglio.

po,

po, con permetterne il traboccamento per tratto notabile nel fiume principale, il quale a livello fempre più baffo cofteggia la diverfione. Imperocchè dal punto del partitore inalveandofi il Naviglio immediatamente in un fondo più alto, e di livello più regolato di quello, che abbia il medefimo fiume nel fuo proprio letto, ne fegue che qualfifia nuova introduzione d'acque fatta dalla piena nel canale, vi faccia tofto un'altezza foverchia, alla quale fi dà luogo di fcaricarfi dalla fommità di quefto primo argine per tutta la fua eftenfione. La lunghezza di tale fcaricatoio, ora è d'un quarto di miglio, ed ora più o meno, a tenore del bifogno, e del foccorfo d'altri sfogatoj. La fua altezza non dee oltrepaffare il livello della chiufa medefima, colla quale concorre allo fcarico delle piene. La coftruzione poi di queft'argine fi faccia folidiffima, e compofta e collegata di gran maffi di macigni, volgarmente quì chiamati *quadroni*, li quali col folo pefo refiftono alla violenza dell'acque traboccanti, che fcalzerebbero il piede dell'argine colla loro caduta, fe il medefimo non foffe munito di fcarpa e di riparo di uguale folidità.

Altezza del Regolatore.

Ne' noftri canali navigabili derivati dall'Adda e dal Ticino, ed in tutte le grandi diramazioni, che fi fanno dal fiume Sefia e dal fiume Ogogna, a vantaggio di tante irrigazioni della Lumellina e del Vigevanafco e d'altre Terre, fi fa buon ufo di quefto regolatore, per ridurgli al coftante loro livello, in occafione che quefto venga alterato dalle piene; e farebbe un grande errore, fe il primo argine partitore dal punto dell'ingreffo dell'acque nell'incile fi alzaffe a tanta altezza da chiudere immediatamente tutto il corpo d'acque, che vi entra nell'efcrefcenze del fiume. Quefto è il primo più naturale fcarico, dopo quello della chiufa, che difpone poi il Naviglio a ridurfi alla giufta fua altezza per mezzo de' paraporti, de' quali mi rimane a ragionare.

In fatti il fiume Muzza derivato dall'Adda, oltre il grandiofo traboccamento delle piene dal labbro della chiu-

chiusa, s'incontra subito sotto il ponte di Cassano in una bassa ripa ben armata di pietre, denominata della Rottura, e rilevata soltanto a quell' altezza di livello, che non dee giammai oltrapassarsi dal regolato pelo di questo fiume; e quando per le solite escrescenze dell' Adda lo trascorra, immediatamente ne scarica l' eccesso dalla sua sommità per molto tratto nel più basso fondo dell' Adda, che al di sotto decorre.

Necessità di Regolatore, quando l' Incile non può limitarsi, o chiudersi con cateratta.

Parimenti il Naviglio della Martesana nella prima sua diversione introdotto nell' argine, che chiamano lo Sperone, da questo può scaricarne l'eccesso d'acque, che per avventura v' introducessero le escrescenze; e lo stesso provvedimento si è dato al Naviglio grande. Tutti questi premeditati alleggerimenti d'acque si rendono necessarj a que' Naviglj, i quali continuando la navigazione dello stesso fiume, hanno perciò e molto ampia l'imboccatura, ed incapace da potersi o ristrignere, o chiudere nel tempo dell' escrescenze; come sono li due Naviglj di Milano, ed anche il Canale di Muzza. Ma quando i Naviglj dalla loro imboccatura non amettono fuorchè quel misurato corpo d'acque, che è necessario all' incominciamento d'una nuova navigazione, e quando la bocca stessa molto più ristretta, viene munita con chiavica, la quale si alzi e si abbassi, come e quando richiede lo stato del fiume; in questo caso possono risparmiarsi molti di que' provvedimenti di scarico, de' quali ora trattiamo; come accade al Naviglio di Bologna derivato dal Reno, ed alla grande diramazione di Sartirana nella Provincia di Vigevano, ed alla Roggia Mora nel Novarese, derivate amendue dal fiume Sesia sottoposto ad escrescenze, le quali si escludono da questi canali col semplice abbassamento delle chiaviche.

CA-

CAPO III.

De' Sfogatoj aperti nella Chiusa medesima, e de' Paraporti disposti alle rive del Canale.

Utto quello, di che fin quì abbiamo ragionato dello scarico delle piene, non basta assai volte al fine inteso. La grandezza dell' escrescenze de' fiumi, da' quali si derivano i canali, ci costrigne a ricorrere ad altri usati modi di limitargli anche in questo stato a quella sola misura d'acque, della quale sono capaci senza traboccamento. Cotesta teorìa sarà tanto più chiara e certa, quanto più illuminata da' fatti e dalle sperienze: eccone il modello nel seguente

SOMMARIO.

Due differenti maniere di sfogatoj nella chiusa medesima. Oggetto primario di sfogare le materie pesanti; e come queste si balzino ancora sopra la sommità della chiusa attraversante. Sperienze e teorie dell' Abbate Grandi, e suo calcolo derivato da' principj d' Isacco Newton. Dottrina del Guglielmini niente contraria a quella del Grandi. Effetti de' paraporti per la conservazione de' Naviglj. Due cagioni concorrenti alle deposizioni in tutt' i canali di derivazione. Sperienze degli effetti loro di mantenere scavata l' imboccatura del canale. Paraporti considerati come regolatori li più esatti della costante altezza de' Naviglj. Differenza de' nostri Naviglj da quello di Bologna per rapporto alla moltiplicità de' paraporti. Regola di aprire i paraporti ove termina l' azione del precedente. Difetto di quelli de' Ca-

Canali di Mugza e di Bologna, e ricordo del Guglielmini. Metodo di mantenere per tutto l'anno aperti alcuni paraporti, e di continuarne l'azione dello spurgamento. Ringurgito de' più vicini paraporti compensato dallo sfogo più libero de' lontani. Caso del Naviglio di Paderno non comune agli altri due Naviglj. Nuove considerazioni della necessità d'allungamento della sua linea al Sasso di S. Michele. Uso de' paraporti per isfogo de' torrenti, i quali sboccano ne' Naviglj. Passaggio del torrente Molgora sotto il Naviglio della Martesana, e cautele da osservarsi. Unione del Seveso e del Lambro. Correzione de' loro paraporti. Utilità de' medesimi per asciugare una parte di Naviglio. Uso de' paraporti destinato al semplice regolamento delle conche e de' Naviglj in diverse stagioni. Appendice delle prime rotture del Naviglio di Paderno nel 1599. Consiglio dello spiantamento della chiusa del Meda alle tre Corna. Deviazione del Meda da' primi stabilimenti.

PROPOSIZIONE I.

Ridotta la chiusa a quell' altezza, la quale in acque ancor bassissime precisamente basti al fine proposto del canale, si disporrano altri sfogatoj, eziandio nella chiusa medesima, l'uso de' quali è rivolto a doppio oggetto, e di sfogo alle piene, e di lungo scarico alle ghiaie e sassi.

Due qualità di Sfogatoj aperti nella Chiusa:

IN due maniere si formano cotesti sfogatoj nella chiusa. La prima si è quando all' estremità della medesima, ove questa va a congiungersi coll' opposta riva, si apre un canale di notabile larghezza, cioè ora di 10, ora di 15 braccia, e solidamente fiancheggiato, e condotto fin quasi presso al fondo dello stesso fiume. La soglia della detta apertura si stabilisce con tanta fermezza di pietre quadrate sostenute con colonne di rovere, che dall' impeto della cor-

corrente non possa essere scalzata, nè in altra guisa danneggiata. Nel tempo di acque basse si chiude questa apertura, o coll' abbassamento de' portoni, come fassi nella cateratta della chiusa del Ticino, denominata l'*Organa*, ovvero con semplici fascinoni sostenuti da' cavalletti, come si pratica nella chiusa d'Adda pel Naviglio della Martesana, ovvero con l'attraversamento di sole tavole di legno appoggiate a' travetti, com' è costume nel canale, che chiamasi la *Canna del Traghetto*, costrutto nell'estremità della chiusa di Muzza. Fuori dello stato di acque basse si permette al fiume la libera uscita da questi tagli.

La seconda maniera di congegnare gli sfogatoj della chiusa, e di abilitarla a molto maggiore scarico, quando fa bisogno, si è quella di non condurre la fronte della medesima da un capo all' altro ad un solo continuato livello d'altezza, secondo la regola precedente; ma o di ripiegarla insensibilmente da un lato verso la riva, al di sotto del comune livello, fino a poca distanza dal fondo del fiume; ovvero di abbassarla nel sito di mezzo, quando la chiusa sia di grande lunghezza; acciocchè le piene si abbiano per questo tratto e meno d'impedimento allo scarico, e più profonda l'uscita. Ma, perchè da coteste declinazioni dal comune livello della chiusa si divertirebbono ancora le acque basse, con pregiudicio del Naviglio e della sua navigazione; sogliono perciò i Custodi, o, come quì li chiamano, *Campari*, alzarvi su un soprassoglio di fascine, quanto fa d'uopo a contenere le acque ancor bassissime, ed incamminarle all' incile: ciocchè soltanto è riservato alle straordinarie siccità.

Ora accoppiati, ed ora divisi dalla medesima Chiusa.

Le due maniere di sfogatoj della chiusa ora si osservano accoppiate insieme, ed ora divise. La grande traversa di 500 braccia sull' Adda per la diversione della Muzza, non solamente nella estremità sua superiore è congiunta con il canale sfogatore, che chiamano la Canna del Traghetto, in lunghezza di braccia 10, e che riceve la corrente viva fin presso al fondo; ma da' due lati si ripiega nel mezzo fin sotto il pelo dell'acqua bassa, di do-

dove le piene hanno uno ſcarico molto più libero. Parimenti la chiuſa, che ſoſtiene il Ticino per la derivazione del Naviglio grande, ha la ſua inteſtatura dalla riva Novareſe, ove per poco tratto abbaſſandoſi ſotto il pelo dell' acqua baſſa, va poi riſalendo al ſuo determinato livello, fino a congiungerſi all' altra eſtremità cogli ampliſſimi sfogatori della paladella ſituati nella ſteſſa imboccatura del Naviglio. Quindi è che in acque magre in queſta parte più depreſſa della traverſa fa meſtieri di ſoſtenere il fiume a certa altezza con l' uſo di cavalletti muniti di faſcine, per dove le acque baſſe ſi ſvierebbero dal Naviglio.

Scopo di sfogare le acque alte, e di contenere le baſſe.

Lo ſteſſo dico della chiuſa in Adda coſtrutta per la derivazione del Naviglio di Marteſana ſotto Conceſa. Queſta ſi è bensì alzata ad un uniforme livello; ma all' inteſtatura ſua verſo la riva Bergamaſca ſe gli è laſciato un ampio canale sfogatore delle piene in larghezza di braccia 16, il quale ſi attraverſa con faſcine in acque baſſe, per ſoſtenerle a pro del Naviglio. In ſomma in tutte le chiuſe ſu' fiumi, i quali ſoggiacciono a grandi eſcreſcenze, come ſono il Ticino, l' Adda, la Seſia, il Lambro, l' Oglio, l' Ogogna, ed in tutte le loro derivazioni noi oſſerviamo che l' Architetto, non meno provveder dee allo ſcarico delle maſſime piene, che al ſoſtegno delle acque baſſiſſime, e contemperare il primo importantiſſimo provvedimento con la neceſſità del ſecondo.

Mi rimane ora a ragionare d' un altro rilevante vantaggio, che apportano alle chiuſe coteſti sfogatoj, de' quali abbiamo parlato, cioè, o il canale aperto nella medeſima chiuſa, e continuato col fondo del fiume, ovvero un qualche ſuo tratto alquanto più depreſſo ſotto il pelo dell' acqua baſſa: amendue concorrono moltiſſimo ad impedire un effetto nocevole, e conſeguente alla chiuſa, cioè l' arreſto continuo delle materie peſanti, e l' alzamento del fondo del fiume, fino a pareggiare il ciglio del ſoſtegno. Queſta è l' oppoſizione, che ſi muove da alcuni contro ſomiglianti ſoſtegni; e la loro equivocazione naſce dal confondere le differenti maniere di uſarne e di fabbricarli.

Effetto nocevole di riempimento cagionato dalla Chiuſa.

Im-

Imperocchè tutte quelle chiuse, le quali da una riva all' altra del fiume serrano tutto l'alveo in tale altezza che, non ostante il traboccamento delle acque, non permettono che possano spingersi dalla corrente, e sollevarsi in alto fino al di là della cresta e ghiaie e sassi, od in altra guisa sfogarsene una buona parte nel restante alveo; tutte, dissi, fanno prestamente il mentovato effetto di riempimento e d'uno straordinario alzamento del fondo superiore. Di questa natura sono le chiuse, o, come altri dicono, *Serre*, le quali si costruiscono attraverso il letto de' torrenti nelle valli, per sostenerne il fondo, e rialzarlo fino al livello del sostegno, ed impedirne il maggiore profondamento, dal quale procedono i rovinosi dirupamenti delle rive e de' circostanti terreni; e di queste serre, e de' loro effetti ho io trattato con distinzione nella mia stampata Relazione de' tre torrenti, di Tradate, del Gardaluso e del Bozzente; e molto prima di me ne aveva dichiarato l'uso e l'effetto il Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi, con queste parole: *Edificata che sia una di queste cateratte, negando ella il passaggio all' acqua del fiume, è d'uopo che questa si elevi, e riempia tutto il tratto dell' alveo superiore, che sta sotto il livello della soglia e sommità di detta cateratta, formando in esso uno stagno d'acqua, a modo d'un laghetto, la cavità del quale sarà riempiuta di materie portate dal fiume, cioè di sassi, arena, terra e simili; e con ciò alzandosi il letto del fiume fino all' altezza della chiusa, darà altresì occasione ad un simile e proporzionale alzamento nelle parti superiori dell' alveo medesimo*. Così egli.

Quali sieno le Chiuse destinate al traboccamento, e quali no.

Tutto ciò è verissimo, trattandosi di steccaie, le quali non danno luogo allo scarico delle materie: ma dove queste si sfogano, parte dalla chiusa medesima costrutta a questo fine, e parte per l'incile da altri sfogatoj aperti; in tal caso non potrà giammai seguire quel riempimento, del quale parla il Guglielmini; come in fatti non si riconosce in tutte le chiuse de' nostri Naviglj, per quelle stesse ragioni, le quali si traggono dalla

loro

loro artifiziosa costruzione. Primieramente gli è manifesto che una gran parte delle ghiaie seguendo la corrente più rapida della piena verso l'imboccatura del canale aperto nella chiusa, viene collo stesso impeto trasportata giù per l'alveo del fiume; e se ne veggono i grandiosi ammassamenti di materie al di sotto di somiglianti canali sfogatori de' nostri Naviglj.

Materie pesanti balzate dalla corrente sopra la cresta della Chiusa.

Secondariamente è da avvertire che, non solamente le piccole ghiaie, ma i sassi ancora di mole e di peso molto maggiori, si balzano dalla corrente alla cresta di quella parte di chiusa, la quale a questo fine si costruisce più bassa, e ricadono nel fiume medesimo. Cotesto effetto maraviglioso si osserva in tutte le chiuse de' Naviglj sull' Adda e sul Ticino, ove in occasione di massime piene si veggono da tutti, ancora di lontano, balzarsi in alto di là dalla chiusa grossi sassi, e da vicino se ne ode il romoreggiante strisciamento delle materie pesanti su pel piano acclive e declive della medesima; in guisa che, cessata la piena, più volte mi sono preso il piacere di osservare la superficie della chiusa ancor sparsa di quelle materie fluviali, che si conducono dall'acqua; e quello, che più mi sorprese, fu l'effetto visibile dello strofinamento delle medesime ne' quadrati macigni del suo piano smussati e corrosi a segno da doversene surrogare de' nuovi. Non è dunque vero generalmente, che da tale ostacolo si fermino al piede della chiusa cotali materie, e che si vadano accumulando fino ad alzare il fondo del fiume al colmo stesso della chiusa.

Sperienze e teorie dell' Abate Grandi.

Cotesto effetto non avvertito da altri, è già stato diligentemente dimostrato dal dottissimo Abate Grandi nelle sue nuove considerazioni sopra la controversia d' una pescaia nel fiume Era. Aveva egli dietro la sperienza già scoperto che le ghiaie, delle quali si vedevano seminati i campi inondati dalle impetuose correnti del fiume, erano appunto quelle, le quali su per l' acclività delle rive si erano trasportate nelle campagne, e ne formavano varj strati in ogni piena. Parve ciò strano a' suoi Oppositori,

li quali non ſapevano concepire che la forza d' una corrente, oltre al ſemplicemente rotolarle ſul fondo, arrivaſſe a ſpingerle in alto; e però ſi preſe egli a diſingannarli con queſte parole. *Per riſpondere più direttamente alle difficoltà, colle quali la Parte avverſa crede di convincere per impoſſibile il traſporto di dette ghiaie per l' impeto della piena ſopra le baſſe ripe, credendo che ſi poſſano bensì rotolare nel fondo, ma non già ſpingerſi tant' alto; io dico che, ſiccome nell' aria per l' impeto de' venti ſi fanno certi turbini, che ſollevano in alto varie materie aſſai più gravi dell' aria medeſima, come alberi, uomini, tetti di caſe ec.; così non è impoſſibile che nell' acqua traſportata impetuoſamente in tempo di piene, tali vortici ſi producano, che violentemente ſeco in alto rapiſcano le ghiaie di mediocre grandezza, e ſcagliandole altrove, le laſcino cadere ſulle ripe baſſe, dove ritrovate ſi ſono nel tempo dell' acceſſo. Aggiungo che, ſiccome la forza ancora d' un fanciullo è abile a ſcagliare per l' aria dal fondo del fiume ſull' alte ripe, non che ſulle baſſe, un pezzo di ghiaia; così non ſo vedere qual ripugnanza vi ſia in concepire che la forza della piena, la quale è tanto maggiore, imprimendo l' impeto alle dette ghiaie, ſecondo varj urti, e varie rifleſſioni e ripercotimenti, che nel ſuo corſo quà e là va facendo, poſſa ſpingere ſopra le baſſe ripe qualche parte della medeſima ghiaia, non oſtante il ſuo peſo, che facilmente cede a qualſivoglia impeto impreſſo traſverſalmente: eſſendo già certo appreſſo a' Matematici che la forza della ſemplice gravità è infinitamente piccola riſpetto a qualunque forza motrice, che operi con impeto vivo; come io ſteſſo dimoſtro nel mio libro degl' infiniti nello ſcolio della propoſizione ſeſta.*

Calcolo dell' Abate Grandi riferito ad un principio d'Iſacco Newton.

A dimoſtrare poi faciliſſimo, non che poſſibile, un tale effetto, paſſa egli a calcolare il pochiſſimo momento, che ha la ghiaia nell'acqua per iſcendere, in paragone di quello, che ha di ſcendere per l'aria, ed a confronto del grand' impeto laterale, con cui può venire ſcagliata dalla piena. Egli incammina il ſuo calcolo ſul corollario 2 della propoſizione 38 del libro 2 de' principj matematici del Signor Ca-

Cavaliere Isacco Newton: *Velocitas maxima, quacum globus vi ponderis sui comparativi in fluido resistente potest descendere, ea est, quam acquirere potest idem globus eodem pondere absque resistentia cadendo, & casu suo describendo spatium, quod sit ad quatuor tertias partes diametri suæ, ut densitas globi ad densitatem fluidi*. Con questa regola il Grandi avendo pesato della ghiaia d'Era, prima nell'aria, e poi nell'acqua, pendente da un crine di cavallo, calcolò la proporzione de' pesi ne' due differenti mezzi, e la proporzione della densità della ghiaia alla densità dell'acqua, e finalmente la proporzione de' tempi nella discesa per l'aria e pel fluido resistente dell'acqua, considerata però come quieta e stagnante.

Resistenza maggiore alla discesa delle ghiaie in una corrente più rapida.

Ma siccome, quando l'acqua si muove a traverso con grandissima velocità, come in tempo di piena, molte più parti della medesima debbono essere nello stesso tempo scacciate dalla ghiaia, che discende; così, questa incontrandovi maggiore resistenza, si rivolse egli a calcolare il maggior tempo, che aveva bisogno, avanti che la detta ghiaia potesse toccare il fondo: e quindi conchiude che per via del moto trasversale impresso dall' impeto della piena, di assai minor tempo avea bisogno la ghiaia in trapassare da una sponda all' altra, di quello, che ha bisogno per iscendere al fondo; e però il peso della ghiaia non osta e non impedisce che non possa essere con urto diretto e riflesso trasportata o scagliata sull' orlo d' una ripa bassa, o d'una parte più depressa della chiusa, senzachè in questo tempo giunga a toccare il fondo; o pure, toccandolo molto obliquamente, senzachè ribalzi ad ogni modo coll' ultimo salto sopra la prossima ripa o chiusa.

Dottrina del Guglielmini niente contraria al Grandi.

Prosiegue il dottissimo Abate Grandi a dimostrare non essere contrario a questa dottrina ciò che insegna il Guglielmini nel capo 5 del suo trattato sopra la natura de' fiumi, che *le materie pesanti sieno spinte sempre rasente il fondo, senza incorporarsi coll' acqua*. Imperocchè dice il Grandi, parlar ivi del moto ordinario, che han-

no di tanto in tanto in tempo di piena; e però il Guglielmini soggiugne che *le materie pesanti rare volte sono sbalzate in alto dall' acqua, ma bensì sono spinte o lateralmente, o al lungo del corso ec. Il qual parlare*, dice quivi il Grandi, *non è di chi neghi assolutamente il potersi portare dall' acqua per qualche breve tempo la ghiaia sollevata dal fondo, e sbalzarla in alto sopra le basse ripe. Anzi*, prosiegu' egli, *le clausole di eccezione adoperate avvedutamente dal Guglielmini, significano che con qualche violenza si possano dall' acqua sollevare le ghiaie; essendo notissima a tutti la sperienza, la quale in fatti dimostra che i fiumi serrati da chiuse o pescaie, prima ancora d'avere pareggiato il fondo superiore colla cresta di esse, gettano quantità di ghiaie nel fondo inferiore; e conseguentemente non solo le strascinano, ma le trasportano a qualche altezza, sicchè sormontano l'orlo della chiusa, e le precipitano abbasso*. Fin quì l'Abate Grandi.

Ho voluto ancor più ampiamente di quello, che richiedesse la presente trattazione, togliere coll' autorità di così grande Scrittore la persuasione di alcuni, li quali affermano che le materie più pesanti dell'acqua, che si trasportano dalle piene, si arrestino dall' ostacolo della traversa, e concorrano tutte all' alzamento del fondo. Ma non è così, ancor quando la traversa assai alta di livello da un capo all' altro chiude tutto l'alveo del fiume: che anzi di molto se ne accresce lo scarico delle stesse materie e dallo sfogatoio aperto nella chiusa, come abbiam dimostrato, e dal basso ciglio d'una parte della medesima, ed assai più da tutta la serie de' paraporti disposti in giusti intervalli dall' incile lungo le sponde, le quali costeggiano il fiume per un notabile tratto. Imperocchè tutte quelle materie, le quali non vengono trasportate per l'apertura della chiusa, o balzate sopra la sommità della medesima; tutte, dissi, dal favore d'una piena, e dalla forza della corrente strascinate sono all'imboccatura de' paraporti; de' quali ora abbiamo a trattare, con tanto più di accuratezza, quanto più grande è il beneficio di questi per mantene-
re

re sempre scavata l'imboccatura del Naviglio, e per impedire quel maggiore alzamento di fondo, che possa essere nocivo alla sua derivazione.

PROPOSIZIONE II.

Il primo argine partitore dall' incile all' ingiù a seconda del canale, e costeggiante per molto tratto il fiume, munito sia de' paraporti destinati ad accelerare di tempo in tempo la velocità delle acque, e ad accrescere la loro forza a far trascorrere nuovamente nel fiume le materie pesanti di fresco entrate superiormente nell' imboccatura del Naviglio.

Effetti de' Paraporti necessarj alla conservazione de' Naviglj.

LA conservazione, il regolamento, e, sto per dire, l'artifizio più rilevante de' canali di navigazione si risolve tutto nella teoría de' paraporti; e la sperienza di più secoli ne' nostri Naviglj è quella sola, che ha potuto scoprircene gli usi, e la necessità d'introdurli. Da' paraporti dipende l'alzamento del pelo d'acqua a piacimento, e fino a quel limite, che si è stabilito, nè più, nè meno: da questi dipende qualsisia abbassamento del canale, fino ad asciugarlo interamente, anche in tempo delle maggiori escrescenze; e da' medesimi deriva il votamento continuo di tutte quelle materie pesanti, le quali si conducono incessantemente dal fiume primario, ed in breve tempo riempierebbero l'alveo del canale. Tutti questi favorevoli effetti si veggono bensì giornalmente dalle persone volgari, e materialmente si praticano eziandio da' meccanici esecutori, senza però riferirgli alla propria cagione, la quale da' medesimi s'ignora; e quindi assai volte accade che o negletto venga l'uso de' paraporti nel regolamento de' nostri vecchi canali, ovvero nella costruzione de' nuovi non se ne disponga la situazione, il numero, la capacità a norma di quel fine, al quale sonosi introdotti. Per istruzione adunque de' novelli Idrostatici verrò io in questa e nelle seguenti Proposizioni

 più

più minutamente dichiarando da' suoi principj le regole e gli usi tutti de' paraporti; acciocchè una parte così interessante d'Idrostatica meglio illustrata sia, ed accresciuta dalle posteriori sperienze ed osservazioni, alcune delle quali furono ignote agli antichi Architetti de' nostri Naviglj.

Comincio dal primo effetto. Il maggiore disastro, al quale soggiacciono i canali derivati da' fiumi ghiaiosi, si è il loro presto riempimento. L'origine di questo nocevole effetto è naturalissima, e conseguente da' medesimi principj idrostatici. E' legge immutabile della natura, che qualsisia fiume si stabilisca sempre da se la sua pendenza determinata, ed appropriata alla qualità del suo fondo, al corpo d'acque ed alle materie, che seco mena, e parimente la sua velocità proporzionata al trasporto delle medesime. Questo è lo stato permanente di tutt' i fiumi, li quali perciò diconsi avere il fondo *stabilito*, che nè più si alzi per deposizioni, nè più si abbassi per iscavamento: e finattanto che questa stabilità di fondo non venga alterata da cause estrinseche di pescaie od altri ostacoli, non si altera parimente la forza dell'acque, dalla quale e sassi ed arene si vanno ruzzolando sul fondo con progresso continuato, senza permetterne mai più il loro arresto. Due cagioni adunque concorrono a diminuire la forza dell' acque del canale dal punto della sua diversione. La prima è la minore pendenza del piano, sul quale dalla chiusa costrette sono ad incamminarsi pel nuovo incile del canale Naviglio. La seconda è il minor corpo d'acque, che si diverte a quella parte, per rapporto al corpo di tutto il fiume. Da queste due cospiranti cagioni nasce la diminuzione della forza dell'acque, ed il proporzionale alzamento del fondo fino a quel termine, ove si ricuperi dal canale maggior forza di pendenza e di velocità per istabilirsi il suo letto senza nuova variazione.

Fondo stabilito de' Fiumi.

Due cagioni concorrenti alle deposizioni.

Or qual altro ripiego può pensarsi per impedire cotesto alzamento, che quello di restituire al canale nella sua prima diversione la velocità e la pendenza primiera,

ed

ed alle sue acque, almeno nelle circostanze più favorevoli di piene, la forza di trasportare giù per l'alveo del fiume principale più depresso e più pendente la copia delle materie, che o seco si trae, o per breve tempo avesse deposte? Tutto ciò si conseguisce coll' uso de' paraporti, de' quali mi fo a ragionare.

Descrizione de' Paraporti, e loro uso.

Sono questi paraporti, dice il Guglielmini al capo 12 della natura de' fiumi, *fatti a modo di forti chiaviche, fabbricate nella sponda del canale, che risguarda la parte del fiume, le soglie delle quali sono considerabilmente più basse del fondo del canale medesimo, e sono provvedute di buone porte, o cateratte di legno, che si alzano e si abbassano, secondo l'opportunità o di dare sfogo all' acqua del canale, o di mantenerla dentro di esso. E' solito che si aprano queste porte in tempo d'acqua abbondante, ad effetto di scaricare o tutta l'acqua entrata nel canale, o pure la sola soprabbondante, portandola nuovamente dentro il fiume nella parte di sotto alla chiusa.* Ma perchè l'artifizio di simili paraporti si applica a diversi usi e qualità di fiumi, o torbidi semplicemente, o conducenti materie pesanti, ed a diversi canali, o di sola irrigazione, o di navigazione; pare quì necessario che non si tralascino li diversi fini, a' quali possono riferirsi, e da' quali si determina la loro posizione: ciocchè mi fo a comprendere con le seguenti regole.

Fine primario de' Paraporti.

Il fine primario de' paraporti ne' canali derivati da' fiumi maggiori, come dall'Adda, dal Ticino, dall' Oglio e dalla Sesia, e che conducono gran copia di ghiaie; il fine primario, dissi, è quello di mantenere scavata l'imboccatura ed il primo tronco del canale fino a quel termine, dove possono inoltrarsi le ghiaie. La ragione è quella stessa, che si è accennata poco fa. Nel punto della diversione d'una parte del fiume nel canale manofatto si fa un grande cambiamento della sua caduta e velocità e forza, la quale si ripiglia dal fiume dopo la chiusa nell' alveo suo principale continuato. Il rallentamento della primiera velocità all' imboccatura dell' inci-

le, fa che quivi calino al fondo le materie pesanti per difetto di forza proporzionata, e ne segua il riempimento. Or che fanno i paraporti situati o nell' imboccatura dell' incile, o in varie distanze dalla medesima? Tornano a restituire a un di presso alle acque la velocità perduta: molto più, se le soglie de' paraporti sieno, come dice il Guglielmini, *considerabilmente più basse del fondo dello stesso canale*. Soggiugne poi egli il fine primario de' medesimi. *La velocità, che acquista l'acqua nel cadere dalla soglia del paraporto, la quale ordinariamente ha la caduta poco minore di quella della chiusa, è quella, che in tal caso scava in poco tempo il fondo del canale; e se il paraporto non sia troppo lontano, espurga la soglia dell' incile, quando sopra di essa si sieno fatte delle deposizioni; e molte volte prolunga l' escavazioni all' insù dentro l' alveo del fiume superiore alla chiusa; formandosi dentro di questo un canale, che nelle piene indirizza il filone verso l' incile.* Passa poi il medesimo Scrittore a confermare l' effetto primario de' paraporti con l' esempio del canal Naviglio di Bologna. *Coll' artifizio di più fabbriche di tal natura, disposte ordinatamente l'una dopo l'altra, come si vede in tutto quel tratto del nostro Canal di Reno, ove riceve ghiaia dal fiume, si mantiene il di lui fondo sufficientemente scavato; e quando si ha la dovuta attenzione di far correre i paraporti a tempo, si mantiene il corso del fiume sempre vicino alla bocca del canale, ed il di lui fondo sempre più basso della sommità della chiusa; e perciò non è stato necessario sin' ora alzarla, nella maniera, che hanno fatto quelli, che privi di questo aiuto, non hanno avuto ricorso alla escavazione manofatta.* Fin quì il Guglielmini.

Sperienze degli effetti de' Paraporti nel Naviglio di Bologna,

Noi però ne' nostri Naviglj abbondiamo di osservazioni ancor più chiare: imperocchè questi si derivano da' fiumi Adda e Ticino, che conducono ghiaie e materie pesanti in copia molto maggiore di quella del Reno di Bologna. Quale immensa quantità di sassi, d'arene e di pesanti materie, che ogni anno riempierebbero tutto

E ne' Navigli di Milano.

to il letto del canale, si vede scaricarsi giù della soglia de' paraporti sulla spiaggia del fiume vicino! E forse le osservazioni di due secoli intorno a questi canali, son quelle appunto, che di tempo in tempo ci hanno fatte le più utili scoperte nella teorsa de' paraporti, de' quali verrò in seguito spiegando le situazioni e gli usi.

PROPOSIZIONE III.

Il secondo effetto de' paraporti è quello di regolare il corpo d'acqua, ch' entra nel canale di derivazione, acciocchè non vi corra con soverchia altezza.

EGli è vero che a questo fine sono ordinati i diversivi a fior d'acqua, li quali tramandano nel fiume la soprabbondante, e trattengono nel canale quella, che è necessaria. Di cotesti diversivi noi abbiamo già prodotti gli esempj e nella Muzza poco sotto la sua imboccatura, e nel Naviglio della Martesana lungo l'argine partitore, e nel Naviglio del Ticino nella imboccatura medesima: ma la sperienza ci ha insegnato che ancor questi non bastano allo scarico intero delle grandiose piene, che imboccano lo stesso canale. In tal caso succedono i paraporti, li quali dalle loro profonde soglie ricevono il corpo vivo dell' escrescenze, e le sfogano nel fiume con sorprendente velocità.

I Paraporti sono i regolatori più esatti della costante altezza de' Naviglj.

Questi medesimi paraporti fanno l'officio di esatti regolatori in ogni stato d'acque alte e mezzane: imperocchè piantati in moderata distanza dalla bocca dell' incile, danno il comodo di poter aprire più o meno le loro porte per isfogare dal canale ora maggiore, ora minor corpo d'acque; onde i canali di navigazione in ogni stato del fiume principale si conservano sempre nel medesimo tenore ed alla stessa altezza, per qualunque grande escrescenza, che si abbia il fiume.

Tutti que' Naviglj, li quali si derivano da grandi fiumi coll' incile sempre aperto alle loro escrescenze, han-

Differenza de' nostri Naviglj da quello di Bologna.

hanno bisogno e de' continuati diversivi a fior d' acqua, e de' grandi paraporti già descritti, per isfogo di quella parte di piena, che per necessità vi de' entrare, massimamente quando il corso del fiume naturalmente ripiega verso l' imboccatura del canale di derivazione. Ma quando l' incile del Naviglio, com' è quello di Bologna, è regolato con bocca così ristretta, che nell' acque basse introduca soltanto quel semplice corpo d' acque necessario alla navigazione, e nulla più, ed in tempo d' acque alte si possa chiudere coll' abbassare la cateratta più o meno; in tal caso la copia dell' acque si potrà regolare bastantemente senza la moltiplicità di que' grandi paraporti, che noi abbiamo ne' nostri Naviglj, li quali fino dal punto della diversione debbono avere una grande imboccatura, ora di 180, ora di 200 braccia, per derivare un vero fiume, il quale non solamente sia atto alla semplice navigazione, ma a quella vastissima irrigazione, da cui derivasi la fecondità e la ricchezza de' nostri vasti Territorj.

PROPOSIZIONE IV.

Per conseguire interamente coll' uso de' paraporti l' effetto dello scavamento e del trasporto delle materie pesanti estranee introdotte nel canale, si avverta dall' Architetto che la situazione de' paraporti, ed il loro numero sia tale, che altri sieno costrutti presso all' imboccatura dell' incile, ed altri per qualche tratto contiguo al labbro del fiume principale, e con tale misura di distanze fra essi, che l' operazione del secondo cominci dove termina quella del primo, e così di mano in mano, fino a quel termine, dove il canale non conduca più ghiaie.

L' Azione di ciascun paraporto sul fondo del canale è limitata entro a certo spazio: l' accelerazione delle acque conseguente alla precipitata caduta dalla soglia del medesimo, ed atta a sconvolgere il fondo, e ad attrarre

le

le materie pesanti, va successivamente languendo ed a terminarsi; e quì è dove fa mestieri edificare il secondo sfogatore, e poscia il terzo, procedendo sempre all' insù per tutto quel tratto, dove il canale può condurre la ghiaia derivata dal fiume principale, fin presso all' incile, ed all' argine partitore, nel quale si apriranno altri sfogatoj colla soglia più depressa del fondo del canale, acciocchè questi più immediatamente si traggano le ghiaie più grosse, e stendano la loro azione fin sopra all' incile ed alla chiusa, prolungando lo scavamento nell' alveo superiore del fiume principale in quella parte, la quale serve d' invito alla diversione dell' acque, dove il riempimento e l' alzamento del fondo sarebbe nocevole.

Regola di aprire ciascun Paraporto, ove termina l' azione del precedente:

Con questo artifizio di più paraporti disposti ordinatamente l' uno dopo l' altro in giusti intervalli, quanto basta a mantenere viva l' accelerazione dell' acque in quel tratto, dove le ghiaie del canale possono inoltrarsi; con questo artifizio, io dico, si farà rientrare nel fiume dentro il minore spazio possibile la ghiaia introdotta nel canale, il quale perciò si manterrà spurgato: *Come succede*, dice quì il Guglielmini, *nel nostro Canale di Reno, dentro il quale non si protrae la ghiaia che mezzo miglio, o poco più; benchè nell' alveo del fiume si estenda al presente cinque miglia. Anzi si sarebbe potuto impedire che la ghiaia non occupasse tanto sito dentro il canale predetto, se il luogo della situazione de' paraporti fosse stato meglio inteso; e se si facessero operare più frequentemente, e in tempo opportuno, se ne avrebbe maggior vantaggio.*

Confermata dalla sperienza dell' irregolarità de' Paraporti del Naviglio di Bologna.

Il gran canale del fiume Muzza derivato dall' Adda, ha li suoi paraporti a certo sito denominato Trucassano, in distanza di due miglia dal suo incile; e quando si aprono le 30 porte in occasione di piena, la Muzza si ripiega con precipitoso corso verso la caduta dalle loro soglie, per dove si scaricano le ghiaie strappate dal fondo del fiume; e se ne ode eziandio il fischio dello strofinamento nella loro cascata. Vero è però, che l' azione di cotesti paraporti troppo distanti dall' incile non si sten-

de

Difetto de' Paraporti troppo lontani dall' imboccatura di Muzza.

de all' insù per tutto questo tratto, dove cominciano a formarsi delle deposizioni, le quali verso l'imboccatura dividono il fiume in banchi irregolari di arene e di sassi, molto più presso la chiusa medesima. In fatti, quando nel 1760 fui chiamato a dar riparo al disastro del quasi totale chiudimento della Muzza per simile effetto, oltre altri provvedimenti ho suggerito quello, che mi pareva il primario, cioè di aprire due altri paraporti superiori, l'uno in distanza di poco meno d'un miglio da Trucassano, l'altro più sopra al sito denominato della Rottura, poco sotto al ponte di Cassano; acciocchè le azioni di questi tre paraporti si comunicassero insieme, ed in tempo di piena mantenessero costante l'accelerazione fin sopra all' incile, e la corrente viva atta al trasporto ed allo sfogo delle materie. E quantunque per una fallace economía non siasi ancora ridotta la costruzione e posizione di questi paraporti alle giuste regole di distanza moderata fra' medesimi, è da sperare che la sola considerazione della spesa fatta una sol volta pe' nuovi paraporti, debba prevalere all' incessante e grave dispendio delli frequenti spurgamenti di questo primo tronco di canale, per mantenerlo capace di quella copia d'acque, che gli è necessaria per una così vasta irrigazione. E quì ripeto di nuovo il celebre ricordo applicato al Naviglio di Bologna dal Guglielmini con queste parole: *E perchè mancando la caduta, è molto utile di fare il canale, per qualche tratto, contiguo, il più che si può, al labbro del fiume, e fabbricarvi alle sponde quel numero di paraporti, che può credersi necessario; avvertasi di non farli troppo lontani, l'uno dall' altro, acciocchè l'operazione del secondo cominci dove termina quella del primo; e ciò perchè, non potendosi li predetti paraporti tenere lungamente aperti, per non lasciare tanto tempo il canale privo dell' acqua necessaria, bisogna che in poche ore, che stieno aperti, si facciano le dovute escavazioni, le quali si fanno sempre più sollecitamente nelle parti più vicine al paraporto, e gradatamente sempre più tardi nelle maggiormente lontane; siccome*

Ricordo del Guglielmini.

come succedono maggiori, quanto più la soglia del paraporto medesimo è abbassata sotto il fondo ordinario del canale. Or quale più grande errore di quello d'avere collocati i paraporti di Muzza in distanza di due miglia dall'incile, dove la necessità dell' escavazione e dello spurgamento è sempre maggiore?

Nel Naviglio della Martesana i paraporti si veggono collocati con miglior ordine: altri piantati sono nel primo argine stesso partitore; altri poco dopo sul labbro del fiume, ed altri a Vaprio in poca distanza; e quando si tengono aperti, tutti di concerto esercitano sul fondo del Naviglio l'azione di spurgarlo, fin dove questa si stende, e ricomincia quella del susseguente; e con tale progresso l'accelerazione della corrente rende scavato il canale anche al di sopra della chiusa. E per una così ben regolata disposizione de' paraporti rarissime volte si fa lo spurgamento della prima imboccatura del canale; come altrimenti succedeva in quello di Muzza, massimamente quando l'Adda superiormente non vi faceva il suo ingresso a seconda dello sbocco del Canale de' Morti; ciocchè altrove si è notato.

PROPOSIZIONE V.

Per mantenere sempre aperti allo scarico delle materie alquanti paraporti in ogni stato d'acque, anco mezzane e basse, s'introduca da principio nel Naviglio maggior corpo d'acque di quello, che richiede l'altezza sua inferiormente prescritta dal solito segnale, che chiamano Gatello.

Siccome incessante è il trasporto delle materie nel canale di derivazione in ogni stato del fiume principale; così quasi continuo, per quanto si può, dovrebbe procurarsi lo scarico delle medesime nell'uso de' paraporti. Li nostri Naviglj o servono semplicemente alla irrigazione, come quello di Muzza, ovvero alla irrigazione e na-

navigazione insieme, come gli altri due. A conseguire un tal fine, dopo molte sperienze si è fissato in ciascuno a quale altezza debba salire il corpo d'acque; e sonosi piantati i segnali, che debbono osservarsi da' Custodi de' Naviglj, per mantenere questa altezza al segno prescritto. Quando però fino dalla prima introduzione non si pensasse ad altro, che a soddisfare al semplice bisogno della irrigazione e navigazione, saremmo costretti per buona parte dell' anno, e fuori della circostanza delle piene, a tener sempre chiusi i paraporti, per non privare il canale di quel corpo d'acque, al quale è dovuta una tanta altezza; ed in questo grande intervallo di tempo si ammasserebbero le materie nell' alveo del canale, delle quali più difficilmente se ne scaricherebbe nel tempo delle piene e de' paraporti aperti. Per ovviare a questo inconveniente, si ricorre ad un altro artifizio. Il corpo d'acque, che s'introduce nel Naviglio sia sempre maggiore di quello, che può bastare al suo fine; e nello stato d'acque del fiume mezzane o basse, si sforzino i Custodi ad introdurvele, quel più che si può, ora con rialzare con posticci soprassogli la parte più bassa della chiusa, e con impedirne i traboccamenti, ed ora con chiudere o in tutto, od in parte il canale sfogatore aperto nella chiusa: poscia si alzino altrettante porte de' sfogatori, quante si richieggono ad abbassare la troppa altezza dell' acque, ed a mantenerle al segnale prescritto in tutto il restante canale. Con questo metodo quasi per tutto l'anno non sarà mai oziosa l'azione continua de' paraporti, ora nell' imboccatura del canale, ed ora nel primo suo tronco; essendo queste le parti più soggette al riempimento delle ghiaie e delle materie più pesanti appropriate alla qualità del fiume principale: che è appunto ciò, che di volo accenna il Guglielmini intorno a' paraporti del Naviglio di Bologna, *li quali oltre l'acconcia situazione, se si facessero operare più frequentemente, e in tempo opportuno, se ne avrebbe maggior vantaggio*. Il *farsi operare più frequentemente* non è altro, che l'introdurre nell' incile con gli usati artifizj

Introduzione di corpo d' acque maggiore del bisogno,

Per isfogarne l'eccesso da qualche paraporto sempre aperto.

fizj già detti un corpo d'acque maggiore del bisogno, per quanto si può, acciocchè un qualche sfogatoio, o più d'uno sempre aperto ne' luoghi più gelosi, faccia rientrare nell' alveo del fiume le materie, che sempre si conducono nel canale, ed ivi calano al suo fondo per lo scemamento di pendenza, come abbiam detto. In oltre il *farsi operare gli sfogatori in tempo opportuno*, come dice il Guglielmini, non è altro, che il valersi del favore delle piene o mezzane, od alte; nel qual tempo si dovrebbero aprire gli sfogatoj tutti, massimamente quelli, li quali sono più vicini all' incile, ed al primo tronco, per porre in movimento ancora le materie tutte precedentemente deposte, ed attrarle con varie correnti alle bocche de' paraporti. Ma o sia per ignoranza de' Custodi, o per mancanza di subordinazione a' loro Direttori, si trascura un' arte, la quale sarebbe d'infinito vantaggio all' indennità de' canali, e non altro costerebbe che la vigilanza e l'industria de' Custodi stipendiati a questo sol fine.

PROPOSIZIONE VI.

La situazione e moltiplicità de' paraporti si faccia con tale avvedimento che, se li primi più vicini all' incile fossero ritardati dal ringurgito dell' altezza delle massime piene del fiume, che decorre a canto e al di sotto del primo argine, succedano altri inferiormente posti fuori d'ogni ringurgito, e di tanta ampiezza, che da se soli bastino allo scarico intero dell' acque soprabbondanti.

DI somma gelosía agli Architetti è sempre lo sfogo pronto delle piene, le quali entrano nel Naviglio; e ad essi appartiene il prevederne le conseguenze, e disporne i mezzi. Tutt' i canali, li quali continuano la navigazione del fiume principale, e per l'incile ammettono l' ingresso libero delle barche, che scendono dal fiume nel Naviglio; tutti, dissi, sono sottoposti alla irruzione del-

delle piene; ed una ſola di queſte non isfogata preſtamente, porterebbe lo ſconcerto e la rovina nelle ſue parti inferiori a tutto il canale manofatto, e ſegnatamente a' foſtegni, quali noi chiamiamo conche, ove vi ſieno. Un grave pericolo d'eſſere inabilitati li paraporti allo sfogo, naſce dall'altezza delle piene, le quali dopo la caduta dalla chiuſa, continuano il loro corſo nell'alveo del fiume principale, che decorre con pendenza incomparabilmente maggiore, e con fondo tanto più depreſſo del fondo del Naviglio. Ma la depreſſione talvolta non è tanta, che impediſca che l'altezza della piena del fiume non ſi ſollevi ſopra la ſoglia de' paraporti del Naviglio, e vi faccia ringurgito, e ne arreſti lo ſcarico. Ciò ſuccede particolarmente ne' paraporti ſituati nel primo argine partitore, che chiamano lo ſperone. In occaſione di altiſſime piene dell' Adda e del Ticino, ho oſſervato non rade volte che la ſommità dell' argine partitore veniva ſoverchiata dall' altezza di queſti fiumi ſtranamente gonfi: che il pelo dell' acque de' due Naviglj congiungevaſi col fiume principale in coteſto tratto: che tutti gli sfogatoj ſituati in queſta parte ſi erano reſi inoperoſi; come ancora alquanti altri inferiori all' incile ſoffrivano ringurgito, almeno in parte. Vero è che abbaſſandoſi ſempre più nel ſuo progreſſo il fondo del fiume, e rimanendo maggiormente rilevato il fondo del Naviglio, i paraporti un po' più lontani erano ſgombri d'ogni ringurgito, e ſcaricavano liberamente tutto l'eccesſo dell'acque, che vi avea introdotto la piena; e guai a' Naviglj, ſe foſſe mancato in queſte circoſtanze il ſoccorſo pronto e copioſo di coteſti sfogatori.

Ringurgito de' primi Paraporti

Peſſimo configlio ſarebbe però quello di voler far uſo ſoltanto de' paraporti più lontani dall' incile, i quali non ſoggiacciono mai al ringurgito delle più alte piene. Imperocchè l'officio de' paraporti non è limitato allo ſcarico dell'acque ſole ſoprabbondanti: altri ſono deſtinati allo ſcarico delle materie; e queſti debbono collocarſi in vicinanza dell'incile, come ſi è detto; e nel tempo delle mezzane piene e dell' acque baſſe e del decreſcimento delle me-

Compenſato dall' azione più libera de' lontani.

medesime altissime piene, non soffrono ringurgito alcuno; e colla violenta corrente dal fondo dell' imboccatura de' Naviglj giù per le loro soglie vi traggono le materie più pesanti, e scavano il canale, e prolungano l'azione dello scavamento fin sopra l'incile dentro l'alveo del fiume. Tutti questi sfogatori hanno il lor uso necessario nella massima parte dell' anno, eccettuate le circostanze assai rare delle piene straordinarie, per le quali fa d'uopo che nel disegno d'ogni Naviglio l'Architetto pensi alla collocazione di que' sfogatoj, li quali ancora nell' escrescenze altissime non risentano alcun ringurgito o impedimento alla libera uscita delle medesime.

PROPOSIZIONE VII.

Se da un fiume, come quello dell' Adda, per iscansare una qualche precipitosa sua caduta, la quale ne interrompa la navigazione, si voglia sul labbro delle sue sponde condurre un canale Naviglio per brieve tratto di due o tre miglia solamente, rientrando di nuovo nel medesimo fiume principale, dov' è capace di poterne continuare la navigazione; la difficoltà primaria da ben premeditarsi dall' Architetto, sarà quella di situare studiosamente gli sfogatori e paraporti, avantichè le piene sopraggiungano con le materie pesanti ad incalzare le porte de' primi sostegni amovibili, li quali regolano le diverse cadute.

Questo caso non comune agli altri nostri due Naviglj di Mattesana e del Ticino, scontrossi la prima volta, fino da dugento e più anni fa, nel meditato e poscia interrotto progetto del Naviglio di Paderno sul fiume Adda; e la storia delle sue vicende, e delle circostanze ad esso appropriate ci darà quì una nuova teoría, ove non la lunghezza del canale, ma la sua troppa brevità ce ne accresce la malagevolezza. Rapportiamone prima la storia ed il fine del suo incominciamento.

Termine della navigazione dal Lago di Como fino a Paderno.

mento. La nostra navigazione da' rimoti confini de' Signori Svizzeri e Grigioni pel Lago di Como aveva libero l'ingresso sotto il ponte di Lecco nel fiume Adda, per dove le barche felicemente proseguivano il corso per più miglia ad Olginate ed a Brivio fino a Paderno; e quì è dove l'Adda precipitando da balze con grandi cadute, poneva termine ad ogni navigazione per questo tratto di due miglia circa, dopo il quale sotto la Madonna della Rocchetta il fiume ripigliava il suo corso equabile, e capace di navigazione, fino ad imboccare dopo poche miglia l'altro Naviglio della Martesana sotto Concesa, per condurre la navigazione alle porte e nelle contrade medesime della nostra Città di Milano.

Progetto d'un breve taglio del nuovo Canale.

La necessità d'interrompere a questo scoglio una così lunga e felice navigazione da' confini Svizzeri, e di tragittare le merci per terra, eziandio per questo brieve tratto, e di ricaricarle poi su altre barche di sotto alla Madonna della Rocchetta, parve da non doversi tollerare da que' buoni e zelanti Patrizj di quella vetusta età, la quale in que' tempi e per talento, e per forze sue proprie aspirava ad accrescere l'opulenza ed il commercio della Città di Milano; e quindi si accinsero eglino tostamente a volerne superare la difficoltà con l'arte assai familiare ed usata di tagliare sulla sponda del fiume nel vivo sasso del monte un canale, nel quale ripartendo la totale caduta di 42 braccia circa ne' varj sostegni amovibili delle volgarmente chiamate conche da Paderno fino alla Madonna della Rocchetta, si rendesse praticabile la discesa e la salita delle barche, senzachè la navigazione quivi fosse incagliata. Ma un'opera così grande, e degna degli antichi Romani, dopo alquanti anni rimase interrotta, parte dalle guerre, le quali sopraggiunsero allo Stato di Milano, e parte da altri disastri. Soltanto dagli avanzi de' grandiosi incominciati lavori rimase un pubblico e veridico testimonio delle forze e del coraggio della nostra Città in questo intraprendimento. Finalmente a' nostri dì dalla beneficenza dell' Augusta nostra Imperadrice,

e

e fotto gli aufpicj di S. A. R. l'Arciduca Ferdinando fuo Figlio, e noftro Governatore, fi è ripigliata dopo un tanto intervallo di tempo l'idea di quefta navigazione, e da qualche anno fi è pofta mano al lavoro, il quale fi fta ora accelerando, con quell'efito, che ciafcuno può prometterfi, feliciffimo.

Nuova difficoltà incontratafi nella troppa brevità del taglio di circa due miglia,

Frattanto chi fcrive in qualunque genere di fcienze, maffimamente di quelle, le quali fi migliorano d'età in età con quel folo capitale di cognizioni, che fi fchiudono nell'efercizio fteffo de' lavori, egli è in debito di riferire quale foffe il nodo, che quivi fi fcontrò a differenza degli altri due Naviglj, e quale fiane ftato lo fcioglimento. Riflettevafi, come ho detto di fopra, che il tratto di quefta diverfione era troppo breve, maffimamente quello preferito dall'Architetto Meda ne' tempi andati dalla chiufa delle tre Corna; e d'altro lato contrapponevafi una tanta brevità con la troppo grande caduta da regolarfi e da ripartirfi in più foftegni moltiplicati. Se dal punto della diverfione di Paderno, diceva anch'io affai volte, noi poteffimo condurre quefto canale con moto fempre equabile per molte miglia lungo il fiume principale, e fenza l'immediata neceffità di foftenere con le conche quafi il primo fuo ingreffo fotto l'incile per regolare le cadute, com'è intervenuto agli altri due Naviglj; oh allora sì che noi avremmo tutto il campo di aprire fulle fue fponde e paraporti, e sfogatoj in fiti idonei, e non foggetti a' ringurgiti dell' efcrefcenze del fiume principale, li quali fcaricaffero non meno le materie, che l'ecceffo dell' acque, molto prima di giugnere al foftegno de' portoni, per dar paffaggio alle barche. Ma fe la neceffità della prima caduta richiedeffe che fi collocaffe il primo foftegno, ovvero li due primi in troppa vicinanza all' incile, e avantichè una buona parte della piena entrata già nel Naviglio, poteffe alleggerirfi da tutte le materie pefanti, ovvero dalla copia dell'acque, egli è manifefto che in poco tempo o fi riempierebbe il canale dalle materie arreftate dall'

E nella eccedente fua caduta.

ostacolo de' sostegni, ovvero che il medesimo dalla violenza dell' acque si abbatterebbe: disordine facile a prevedersi, e da anticiparsene il riparo nel nuovo Naviglio di Paderno. Imperocchè ognuno sa e vede, che quanto agli altri tre Naviglj e del Ticino, e di Bereguardo, e dell' Adda, le porte delle loro conche e si aprono, e si chiudono, e si maneggiano con somma facilità da' semplici barcaiuoli, perchè appunto nella distanza di molte miglia dall' incile sostengono le acque già ridotte alla semplice misura prescritta al Naviglio, anche nel caso dell' escrescenze massime del fiume principale; e perchè il fondo è già interamente votato dalle ghiaie e dalle arene, le quali si condurrebbero contro le porte de' sostegni ad interrarle, e ad impedirne l'aprimento.

Caso non comune agli altri due Naviglj.

Il caso adunque del Naviglio di Paderno non ha esempio negli altri nostri Naviglj, e richiede una più studiata serie di avvertenze e di sperimenti per sortirne l'effetto. Primieramente, quando l'Architetto colla scorta della premessa livellazione siasi ben assicurato della totale caduta del canale dal punto della diversione, che vuolsi scegliere, fino al termine della nuova intrusione nel fiume principale, e quando altresì abbia egli determinati i siti delle diverse parziali cadute, e de' sostegni da fabbricarvisi ad uso di comoda navigazione, e quando abbia già regolata e ripartita la pendenza da darsi al suo fondo da un tronco all' altro d'ogni sostegno, del che avremo a trattare; si faccia poi a ben ponderare quale distanza sia per avere il primo sostegno dall' imboccatura dell' incile e dal punto della diversione, e niente risolva, se non dopo le seguenti considerazioni.

I. Se questa distanza capace sia da potervi disporre ordinatamente quanti paraporti abbisognino allo sfogo e delle materie, e delle piene, avantichè queste sorprendano la prima conca, ossia sostegno amovibile.

II. Quali sieno que' paraporti, i quali per la troppa vicinanza all' incile in occasione di altissime piene soffrano un qualche ringurgito ed impedimento allo scarico

co nell' alveo del fiume principale, che sotto vi decorre, e quali no, sovrastando colla loro soglia alle piene altissime del fiume; e se questi sieno in larghezza sufficienti all' intero scarico dell' eccesso dell' acque.

III. Per questa ragione, prima di mettere mano al lavoro l'Architetto nelle stagioni delle annuali escrescenze più alte del fiume primario premetterà con grande accuratezza le osservazioni dell' altezza, alla quale salgono in tutto quel tratto, ove decorrono sotto le rive del manofatto canale dall' incile alla prima conca, e dove e quando oltrepassino le soglie de' sfogatoj, e dove restino molto al di sotto delle medesime.

Nuove considerazioni intorno la distanza del punto di diversione dalla prima Conca.

IV. Rifletterà in oltre quale e quanto sia lo scarico, che permette alla piena l'altezza della chiusa, e l'ampiezza del suo sfogatoio, del quale abbiamo parlato; e se dalla sommità del primo argine partitore, il quale fa le veci del primo scaricatore, o, come quì chiamano, *Travacatore*, il Naviglio gonfio della piena possa immediatamente rovesciare il soverchio delle sue acque nell' alveo più basso al di sotto della sua chiusa, e con ciò alleggerirsi vie più; e se la lunghezza di questo sia tanta da poter contribuire largamente a questa prima diminuzione nel caso delle maggiori escrescenze: ciocchè dipende assaissimo dalla molto maggiore declività e depressione di fondo, colla quale dopo la chiusa e la prima diversione prosiegue a decorrere nel suo letto il fiume principale a canto del canale manofatto; come osserviamo accadere al Naviglio della Martesana per tutta la lunghezza del suo argine partitore.

Massima dell' Architetto in ogni stabilimento del sostegno.

In somma la massima principale dell' Architetto in questa parte sarà quella di stabilire il primo passaggio per la conca in sito, ove il canale abbia di già sfogate le materie pesanti, che seco mena, di ghiaie e di arene, nè possano queste essere arrestate dall' ostacolo de' portoni, ed ove in oltre il corpo d' acque del Naviglio accresciuto da piene anco straordinarie, siasi già ridotto a quella giusta misura da poter soffrire il regolamento del-

le conche. Altrimenti una ſemplice ſviſta in queſto genere può ſcompigliare tutta la grande operazione; nè può ſcanſarſi in miglior guiſa queſto ſcoglio, ſe non con allungare all' insù, ove ſiavi luogo, la linea della diverſione fino a quel punto, dal quale poſſa derivarſi un canale per più lungo tratto ſenza nuova caduta biſognoſa di altro ſoſtegno, e con maggiore capacità di moltiplicati sfogatoj.

Nuovo prolungamento all' insù della linea del Naviglio di Paderno.

Or queſta medeſima regola idroſtatica fu quella appunto, che entrò di mezzo a ſciogliere il grande problema inſorto a noſtri dì, ſe ſi doveſſe, o no traſportare la chiuſa del Naviglio di Paderno più ſu fino al ſito denominato del Saſſo di S. Michele; e ne riferirò quì quelle ragioni, le quali prevalſero in queſta deliberazione. L' antica chiuſa fabbricata già più inferiormente dall' Architetto Meda alle tre Corna, ed in uno ſtretto di ſole 80 braccia dell' alveo dell' Adda, era d'un grande allettativo a rinnovarne in oggi l'errore, sì pel minore diſpendio nella ſua coſtruzione, come pel grandioſo riſparmio del taglio del canale nella coſta del vivo monte, quando ſi voleſſe traſportare più all' insù fino alle veſtigia della primiera chiuſa al Saſſo di S. Michele, cominciataſi la prima volta a diſegnare ſulle regole dell' arte, e non fu quelle d'una falſa economía. S'avvidero preſtamente li noſtri Architetti che aprendoſi al di ſotto, cioè alle tre Corna, il nuovo taglio, non rimaneva alla ſoprabbondanza dell' acque, nè alle materie baſtante sfogo prima di giugnere alla premeditata conca, la quale per neceſſità ſarebbe riuſcita poche centinaia di pertiche diſtante dall' incile: che in queſto breve intervallo non davaſi luogo, fuorchè ad un ſemplice paraporto, deviando troppo il canale dalle ſponde del fiume per entro la valle: che era indiſpenſabile che il punto della diverſione ſi prolungaſſe più ſu per tratto notabile, ſulla ſponda dell' Adda, dove decorrendo il canale ſoſtenuto, e più alto del fondo del fiume, poteſſe sfogarſi per quanti ſi vogliano paraporti in circoſtanze di piene altiſſime, prima di ſo-

ſopraggiugnere alle conche: che la ſpeſa di queſto allungamento di linea era bensì il doppio ed il triplo maggiore di quella, che richiedeva il progetto Meda; ma che la ſicurezza del ſuo felice eſito era ſempre da preferirſi a queſta ingannevole economía.

Prevalſe il più ſaggio conſiglio; e mentre ſcrivo, ſi ſta ſquarciando una buona parte del fianco del monte, dal quale occupavaſi la linea del progettato canale; ed il ſuo allungamento all' insù al Saſſo di S. Michele, a norma del più antico diſegno, ha dato luogo di potervi aprire capaciſſimi e moltiplicati ſfogatoj in ogni ſtato del fiume, da' quali preſto ſi riduca il primo tronco del Naviglio a quella regolata miſura d'acque, che può ſoffrire il ſoſtegno, il quale poco dopo s'incontra, e che non può trasferirſi in altra parte più lontana dall' incile.

PROPOSIZIONE VIII.

Se oltre il primario uſo de' paraporti di ſfogare, come ſi è detto, le materie peſanti e le acque ſoprabbondanti introdotte dalle piene del fiume nel canale Naviglio, ſi debbano aprire altri ſfogatoj in diverſe parti del ſuo corſo, o per iſcarico di nuove acque ſtraniere, o per uſo d'un più comodo regolamento.

LA moltiplicità de' paraporti ne' canali navigabili, maſſimamente continuati a molta lunghezza di 20, o 30 miglia, ſottentra al riparo di altri pericoloſi incontri; e ne riferirò quì l'occaſione e l'uſo.

Uſo de' Paraporti per isfogo de' Torrenti, il quali entrano nel Naviglio.

I. Se la meditata linea del nuovo canale nel ſuo progreſſo venga a tagliare il corſo d'un torrente, nel quale s'incontri, nè queſto poſſa divertirſi altrove, nè tragittarſi per condotto ſeparato ſotto il fondo dello ſteſſo Naviglio; l'Architetto per tutto ciò non ſi ſgomenti dal ſuo proſeguimento per la medeſima linea, e ſi diſponga a ricevere di paſſaggio il torrente nel nuovo alveo;

 pur-

purchè ricorra all' usato ripiego di fabbricare sulla riva del Naviglio contrapposta allo sbocco del torrente, sfogatoj capacissimi, quanti vi vogliono, per iscaricare prontamente dal suo letto nel continuato alveo del torrente, non meno l' eccesso dell' acque, che le materie pesanti, le quali vi si fossero condotte o depositate dal medesimo. Ne abbiamo l' esempio nel Naviglio della Martesana, il quale viene attraversato dalle piene del fiume Lambro sotto Carsenzago. Queste vi sboccano entro furiosamente con grande caduta, e con eguale rapidità se n' escono dalle soglie de' contrapposti paraporti più basse del fondo del Naviglio, e si traggon dietro la copia delle materie, che menano. Vero è che di queste non ne rimane interamente sgombro il suo alveo; perchè dalla corrente stessa del Naviglio vengono trasportate più all' ingiù, e fuori della serie de' sfogatoj più superiormente situati, e però se ne arrestano alcune nel fondo del Naviglio. Ho consigliato più volte che per issuggire questo inconveniente, il quale obbliga ad un più dispendioso annuale spurgamento, sarebbe un economico partito quello di aprire per brieve tratto più all' ingiù uno o due altri paraporti, i quali attraessero fuori del letto del Naviglio le restanti materie non issogate bastantemente da' superiori paraporti: ed in ciò vuolsi ascoltare la sperienza maestra delle cose, la quale nel progresso de' tempi perfeziona le arti. Che se a questo difetto s' aggiunga la negligenza del Custode de' paraporti, il quale o non abiti sul posto, secondo l' antica istituzione, o non eseguisca l' aprimento instantaneo di tutte le porte de' sfogatoj al primo sopraggiugnere delle piene del Lambro nel Naviglio; gli spurgamenti del medesimo diverranno e più frequenti, e meno tollerabili pel dispendio.

Difetto de' Paraporti del Lambro a Carsenzago.

II. Egli è vero però, che al passaggio de' torrenti pe' canali Naviglj regolati non è sempre necessario l' uso de' paraporti, quando le circostanze de' differenti livelli de' loro fondi aprono la via a tragittarneli senza mischianza. In fatti il torrente Molgora attraversando lo stesso Navi-

Passaggio del Torrente Molgora sotto il fondo del Naviglio.

viglio di Martesana, ma con fondo molto più basso, diede luogo agli Architetti di poterlo senza interrompimento del suo alveo condurre con grandioso edifizio di tomba, ossia volta sotterranea, di sotto al fondo del medesimo a continuare il suo corso separato: nel che vi fu d'uopo ancora d'un facile ripiego. Imperocchè il piano superiore della sua volta dovendo essere tanto depresso, quanto richiedeva l'inalterabile livello della inalveazione del Naviglio, non si poteva far a meno, che la piena della Molgora non fosse quivi obbligata a passarvi al di sotto, come volgarmente si dice, *a salto di gatto*, cioè forzata a scendere per qualche braccio di più, ed altrettanto a risalire per rimettersi al naturale suo andamento nel proprio alveo. Or in cotesto passaggio della piena non interamente libero, la corrente contrasta con la volta della tomba, che la comprime; nè può altrimenti essere stimolata al corso, fuorchè da un maggiore alzamento del pelo della stessa piena nel suo alveo superiore, la quale con nuova pressione la incalzi a prevalere all'impedimento della volta, ed a risalirne fuora nel suo più alto letto. Da questa condizione d'un passaggio un po' forzato se ne derivano altri provvedimenti, li quali non vogliono ommettere da un Architetto. I. La volta non può resistere a questo continuato contrasto colla piena, se non con una costruzione solidissima di grandi lastre di sasso ben incastrate, e sostenute da grossi piloni per reggere il piano della volta non bastantemente arcuata. II. Per dare la spinta ad un tale passaggio fa mestieri che la piena faccia al di sopra sì grande alzamento, che la costringa talvolta a traboccare dal suo letto ad inondare i campi vicini, e nelle straordinarie piene a soverchiare le sponde dello stesso Naviglio, ed a balzarvi entro con altre nuove rotture de' suoi argini. Per impedire questi pericoli si è molto più dilatata la larghezza della imboccatura della tomba sotterranea, quanto meno potevasi ampliare in altezza; acciocchè fosse capace di ricevere tutto il corpo della piena, almeno secondo la dimensione pra-

Cautele e provvedimenti a questo passaggio.

praticabile della larghezza. A tutte queste riflessioni e ripieghi furono indotti gli antichi Architetti dalla necessità d'incontrarsi nell' andamento della Molgora di fondo più basso del Naviglio, nel quale non poteva condursi a sboccare, con aprirne allo scarico i paraporti, come si è fatto del Lambro: nè parimente il livello del fondo del Naviglio poteva permettere che alla volta del condotto si desse tutto quel sesto, ossia alzamento, che conveniva al suo più libero passaggio.

Unione del Torrente Seveso col Naviglio:

Somiglianti difficoltà si scansarono nel terzo torrente denominato il Seveso, il quale nel profilo della disegnata inalveazione del Naviglio della Martesana incontravasi poco dopo la Conca della Cassina de' Pomi. Questo torrente, perchè di fondo alquanto più alto di quello del Naviglio, vi si è fatto sboccare con tragittarlo per tratto notabile a scaricarsi poi nel suo primiero letto fino al Lambro: e perchè gran copia d'acque seco mena e di arene e di sassi, si ricorse all' usato artifizio de' paraporti, per impedire che questa unione del torrente col Naviglio, anche per brieve corso, non cagionasse o traboccamento, o rialzamento del suo fondo. I paraporti costrutti nel Naviglio alla Gabella del Sale, in distanza di quasi un miglio dal primo ingresso del Seveso, e colla soglia molto più bassa del fondo dello stesso Naviglio, attraggono con grand' impeto e la corrente tutta del Seveso, e le pesanti sue materie, e giù le slanciano nel Redefosso; onde le acque del Naviglio restituite al solito modello, sopraggiungono poi alla prossima Conca di S. Marco sgombre dalle materie del torrente, le quali arrestate dal consueto chiudimento de' suoi portoni, ne impedirebbono il facile aprimento.

Sue pesanti materie più facilmente depositate sul fondo del Naviglio, e perchè.

Una sola imperfezione vi ho notato, la quale nasce dalla troppa distanza di questi paraporti. Le materie del Seveso introdotte nel Naviglio, hanno quivi a fare un troppo lungo viaggio per essere strascinate sul fondo del medesimo fino ad imboccare i paraporti: la sua corrente inalveata per tanto tratto sopra un fondo di moderata pen-

pendenza, qual convienſi ad un canale navigabile, va perdendo li primi gradi di velocità, e però permette che in tutto queſto intervallo di corſo calino al fondo quelle materie, che non ha forza immediata di traſportare più innanzi a' paraporti del Redefoſſo; e quindi le depoſizioni ſi fanno più frequenti, e le barche da carico vi peſcano nel fondo con lenta e pericoloſa navigazione. In ſomma coteſti paraporti del Redefoſſo troppo lontani, non potranno giammai ſtendere la loro azione per tanto tratto ſu pel fondo del Naviglio a ravvivarne la corrente, ed a renderla idonea all' intero ſpurgamento. Quando adunque in poca diſtanza dallo sbocco ſuperiore del Seveſo ſi apriſſe alla ſiniſtra del Naviglio un altro sfogatore, il quale accelerando le acque del torrente appena entrate, poteſſe più da vicino propagare la ſua azione a dar moto a tali materie, e a divorarſele con nuova corrente; io ſono di parere che queſte non ſi rimarrebbero indietro a farvi il menomo alzamento. La ſola ſperienza è poi quella, che di ſecolo in ſecolo va ſcoprendo agli Architetti la forza de' fiumi ed i loro effetti ſulle regole de' primi inſegnamenti.

Altro nuovo Paraporto da aprirſi al Seveſo.

Dove poi la vicinanza d'un qualche fiume più baſſo o torrente ce ne porge il comodo, ſono utiliſſimi i paraporti, principalmente per divertire tutto il Naviglio, e con una interpoſta chiuſa aſciugare il canale inferiore per uſo di qualunque iſtantanea riparazione. Con queſto ſpediente ſi mantiene nella parte ſuperiore del canale per molte miglia il corſo ed il corpo d'acque idoneo ed alla irrigazione, ed alla navigazione, ſenza pubblico ſconcerto, e ſi aſciuga il Naviglio in quel ſolo tratto, che ha biſogno di ſubito provvedimento. Somigliante regolamento de' sfogatoj è già introdotto in tutti li noſtri Navigli. Quante volte il riempimento fangoſo della Foſſa interiore della Città ha reſo quivi neceſſario un qualche ſpurgamento per mantenervi la navigazione; ſonoſi aperti gli sfogatoj tutti del Redefoſſo ſotto le mura della Città, e con manofatta chiuſa ſi è derivato per queſti il Naviglio, aſciugandoſi la Foſſa interiore, per abilitarla allo ſcavamento; e nel

Utilità di altri Paraporti per aſciugare parte del Naviglio.

nel medesimo tempo si è lasciato decorrere intatto lo stesso Naviglio in tutto il suo corso, senza menoma diminuzione o della irrigazione, o della navigazione, fino alle porte della Città. Anche i paraporti del Lambro e di Vaprio fanno alle occasioni il medesimo utilissimo effetto al Naviglio della Martesana. E parimente nel fiume Muzza i paraporti studiosamente aperti a Trucassano, all' Addetta ed altrove, ci danno in mano l'arte prontissima di asciugare, quando si voglia, soltanto una parte di questo canale, per non privare della solita irrigazione altri vastissimi Territorj di praterie nelle stagioni di maggior bisogno. Anche al Naviglio grande derivato dal Ticino, non manca lo stesso soccorso e ripiego: perocchè scorrendo in vicinanza ora del fiume principale, ora del Lambro meridionale e di altri più bassi torrenti, sonosi acconciamente situati i paraporti per iscaricarne tutto il suo corpo in diverse parti, e con permetterne l'asciugamento in quel solo tratto, che richiede una qualche pronta adattazione.

Votamento della vasca della Conca da' portelli del secondo ordine de' portoni,

III. L'uso de' paraporti risguarda più volte il semplice regolamento delle conche, cioè il più facile alzamento od abbassamento del pelo dell' acqua nella vasca interposta tra le porte de' sostegni: nel che consiste tutto l'artifizio delle conche, ed il più pronto passaggio delle barche nella salita e nella discesa; come diremo più accuratamente a suo luogo. Imperocchè, a cagion d'esempio, fatto il riempimento della vasca fino ad uguagliare il livello del pelo del Naviglio superiore, dal quale entri la barca, dopo l'aprimento de' due superiori portoni, che tosto le si chiudono dietro, il votamento della medesima, e l'abbassamento del suo pelo fino al livello dell' inferiore canale, non può farsi altrimenti, che con l'aprimento de' portelli incastrati ne' due portoni inferiori, li quali per la pressione prevalente dell' acqua più alta della vasca, non possono in quello stato disgiungersi dal loro più stretto chiudimento, finattanto che lo sfogo violento della vasca da' portelli non la riduca al comune li-

livello del susseguente canale. Ma questo scarico da' portelli, quantunque accresciuto dalla pressione maggiore, non può farsi con tanta accelerazione, quanta fa d'uopo al più spedito tragitto delle barche, se allo stesso tempo accadesse che dal labbro de' due superiori portoni entrasse di nuovo nella vasca un corpo d'acque poco minore di quello, ch' esce; e però in tal caso l'abbassamento dell' acque e la discesa della barca avrebbero bisogno di maggior tempo per giugnere al livello più basso del canale successivo; nel quale stato solamente si possono aprire li due portoni inferiori al proseguimento del suo corso. Per impedire adunque il continuo ingresso di tutto il corpo superiore del Naviglio nella vasca già colma, se ne diverte una gran parte in un canale separato ed aperto alquanto sopra, e condotto a canto della medesima conca. Questo canale, facendo buon uso della caduta all' edifizio de' mulini, scarica incessantemente l'acqua del Naviglio, e la restituisce inferiormente nel comune più depresso canale di navigazione di là de' secondi portoni; e con ciò il votamento della vasca si conseguisce in minor tempo.

Facilitato dallo sfogo del Canale laterale.

Un tale artifizio di accelerare il votamento o riempimento della conca con aprire o chiudere lo sfogatoio superiore, può essere necessario nel caso che la vasca sia d'una grande profondità; come appunto nella ricostruzione del nuovo Naviglio di Paderno sonosi incontrate le sue conche di tal fatta, attesa la grande caduta di questo taglio in così breve spazio; e però fino dagli antichissimi tempi, quando si lasciò imperfetta quest' opera, vi si aprì dall' Architetto Meda un altro canale laterale, per iscaricare nell' Adda l'acqua sopravvegnente del Naviglio nel tempo del votamento della vasca, ed all' opposto per far entrare nella medesima tutto l'intero suo corpo nel tempo del riempimento, alzando ed abbassando i paraporti acconciamente situati; come più accuratamente si dichiarerà a suo luogo.

Uso de' Paraporti al più spedito votamento o riempimento delle Conche.

Un altro uso de' paraporti è conforme al sistema della irrigazione de' nostri Naviglj: ciocchè richiede una

par-

particolare dichiarazione. Conviene adunque riflettere che ad inalveare un canale di semplice navigazione, e senza verun altro oggetto, bastantissima riuscirebbe una scarsa quantità d'acque, le quali vi si introducessero dal fiume principale, e vi decorressero con moto assai lento o per la poca e quasi nessuna pendenza, o per gl'interposti sostegni, e per conseguenza si mantenesse il loro pelo tanto alto, quanto è necessario a sostenere galleggianti le barche.

Ma tutto ciò non può applicarsi a' nostri Naviglj destinati allo stesso tempo ad una vasta irrigazione di Territorj in lunghezza di 20 e 30 miglia e più. Quanti canali di ampia foce se ne derivano, con poco intervallo dell' uno all' altro! Basti dire che il corpo d'acque, che si dirama nelle bocche tanto moltiplicate, sarebbe sofficiente a mantenere non pochi altri canali di semplice navigazione. Or questo è uno de' pensieri più seriosi d'un Architetto nel regolare la prima introduzione dell' acque da proporzionarsi ed alla uscita continua nelle irrigazioni, ed alla non interrotta navigazione fino al suo termine, che è la Città stessa; e però dall' ampiezza dell' incile, dall' altezza del sostegno, e molto più dalla maggiore pendenza del fondo del Naviglio nella prima sua diversione, per accrescerne la velocità, e per conseguenza il corpo, si attrae dal fiume principale tutta quella copia d'acque, la quale al medesimo tempo soddisfaccia al doppio fine del Naviglio.

Uso de' Paraporti per conservare lo stato del Canale in ogni stagione.

A questo così grande oggetto poteva opporsi un altro inconveniente: imperocchè, quando nella stagione dell'autunno, e molto più nell' inverno si chiudono le tante bocche d'estrazione, e si sospende l'irrigazione, il Naviglio non alleggerito dalla soprabbondanza dell' acque, le quali allora è costretto a contenere nel suo alveo, si sarebbe troppo colmo, traboccando dalle rive, e rompendo le arginature. A questa variazione di stato sottentrano subito i paraporti, li quali si aprono, e di altrettanto sfogano il Naviglio; e quindi in ogni stagione lo conservano alla medesima altezza di pelo.

AP-

APPENDICE.

NEl tempo medeſimo, in cui ſtavaſi avanzando ſotto il torchio la ſtampa di queſta trattazione, mi è giunta alle mani una Memoria illuſtre del 1599, dopo che dal Meda eraſi coſtrutta la chiuſa nella ſezione più ſtretta alle tre Corna, contro il parere di quegli Architetti, che molti anni prima lo avevano preceduto, e dopo che ſe n'erano già ſperimentati gli effetti nocevoli; nè poſſo omettere di regiſtrarla quì, per confermare generalmente con le paſſate ſperienze quanto ſi è prodotto nell' ultima Viſita del 1775, e tutto quello, di che ho ragionato nel Capo precedente della ſituazione delle chiuſe. Imperocchè ſu queſto propoſito mi è venuto ora ſotto gli occhi il celebre Diſcorſo ſtampato fino da que' tempi, del Signor Guido Mazenta, uno de' Signori Seſſanta del Conſiglio Generale della Città di Milano, intorno a queſto problema deciſo già dal fatto, che è ſempre la prova maggiore d'ogni eccezione. Racconta egli adunque teſtimonio di viſta, l'origine delle prime rovine del Naviglio di Paderno. *E per cominciare dalla chiuſa, la quale è ſtata la cagione delle rovine ſeguite l'anno paſſato e il preſente ancora, perchè ribatte tanta quantità d'acqua, oltre il biſogno, nel Naviglio, che quando l'Adda creſce, rovina e diſtrugge tutti gli edifizj, che per ſoſtentarla ſi fanno ec.* L'anguſtia della ſezione della chiuſa alle tre Corna di ſole 80 braccia di lunghezza, forzava le maſſime eſcreſcenze dell' Adda a ſfogarſi nel nuovo Naviglio, roveſciandone gli argini. Paſſa poi egli immediatamente a proporne il rimedio di traſportare la nuova chiuſa più all' insù al Saſſo di S. Michele, dov'eraſi prima diſegnata, cioè ad una ſezione di braccia 205, ove la maggiore dilatazione facilitaſſe lo sfogo delle piene dalla creſta del ſoſtegno. Tutto ciò egli dimoſtra cogli eſempj e ſperimenti, da' quali allora eraſi la prima volta deviato; e così proſiegue. *Per ſapere il modo di ri-*

Origine delle prime rotture del Naviglio di Paderno nel 1599.

me-

mediarvi, è necessario esaminare prima la forma usata dagli antichi nel fabbricare le chiuse nel Ticino e in Adda, per divertire il Naviglio grande e quello della Martesana, le quali con tanta facilità e quiete sostengono e imboccano ne' due Navigli la parte bisognevole dell' acqua, scaricando nel tempo medesimo la superflua nel letto de' fiumi, in modo che le navi con pendenza soave coll' acqua divertita entrano nella bocca, come non in acqua corrente, ma in lago piano navigassero. Questo si vede avvenire, perchè le dette chiuse non sono situate dove il fiume è più stretto, ma dove è più largo, acciocchè in ampio tratto avendo largo campo da dilatarsi, l'acqua cresciuta straordinariamente, meno si possa alzare ec. Fermata questa teoría sulle osservazioni, suggerisce l'unico progetto di rimedio. *Fatte queste premesse, strana cosa parrà forse a molti, e la terranno per paradosso, se si dirà che necessario sia il rompere o spiantare la chiusa fabbricata con tante spese e stenti fra le angustie di quelle due sponde di pietra viva, dalle quali viene ristretto il letto del fiume in modo tale che, non essendo più largo di 80 braccia, ne siegue che quando l'Adda cresce, cresca molto più alta sopra la chiusa ec.* Lo spiantamento adunque della chiusa del Meda era in que' tempi il progetto del rimedio. Or chi avrebbe pensato che a' nostri dì potesse cadere in mente di volerne rinnovare l'errore? *La medesima altezza d' acqua*, prosiegu' egli, *che si ritrova poi essere sopra la chiusa, viene ringorgata dalla stessa chiusa dentro il Naviglio, nel quale avea presupposto l'Architetto che in ogni tempo entrar dovesse un corpo d' acqua sempre limitato d' altezza d' once 18; ma ciò non seguendo, anzi imboccandosi alle volte un corpo d' acqua alto due, tre e quattro braccia più delle once 18 limitate, tanta quantità d' acque soverchie non può ricadere nel fiume, se non con grandissimo danno e disordine ec.* La conseguenza, ch'egli ne deduce, è la stessissima, che noi più volte abbiamo replicata e in atto della detta ultima Visita del 1775, e molti anni prima, cioè nel 1761 e nel

Consiglio dello spiantamento della Chiusa del Meda.

1763,

1763, quando S. E. il Signor Conte di Firmian Miniſtro Plenipotenziario mi onorò di chiamarmi in compagnia di S. E. il Signor Cavaliere Agoſtino Litta e del Signor Conte Girolamo Crivelli, ſulla faccia del luogo a proferirne il mio parere, il quale fu ſempre conforme a quello più d'un ſecolo prima pronunziato già dal Signor Mazenta con queſte parole: *Dunque i diſordini naſcono dalla ſtrettezza del ſito, nel quale è fabbricata la chiuſa ec. Il rimedio è fabbricare nuova chiuſa poco ſopra li tre Scoglj ec. Conchiudo adunque che la forma delle chiuſe degli antichi è la buona; perchè eſſi molto migliore l'hanno ritrovata nell' imboccare i Naviglj, piuttoſto guidati dalla ſperienza, che dalla bella occaſione di gittare in Adda quelle rupi pendenti, le quali moſtrano nel caſo noſtro che piuttoſto ſi è previſto il modo di fare una chiuſa ſtabile e forte, che l'effetto, che da quella ne dovea ſeguire.* Ho voluto produrre quì ſteſamente il ſentimento, non di un Profeſſore Idroſtatico, ma di un noſtro Patrizio Milaneſe, acciocchè ſi veda che il parere d'un uomo guidato dal ſolo buon ſenſo e dalla ſperienza, è più diſpoſto a non errare di quello, che ſi affida alla ſola teoría, nella quale talvolta ſi fa preponderare un ſemplice vantaggio o di economía, o di facilità nell' eſecuzione, ſenza porre ſulle bilance gli effetti, che ſe ne derivano, contrarj al fine primario, che ſi pretende. Ritorniamo adunque agl' inſegnamenti de' primi Architetti, li quali nel 1518 conſultati furono dalla noſtra medeſima Città, come riferiſce il Pagnano con queſte parole. *In eam omnium ore ventum eſſe concluſionem & ſententiam, pro minori difficultate, commodiorique navigatione ex ipſo Abduæ flumine, paulo ſupra locum ad tria Cornua nuncupatum, novum alveum fabricandum eſſe,* (e ſe ne individua la ſituazione, la ragione ed il fine) *& incboandum eſſe eo in loco, ubi fluminis ipſius alveus amplus, planuſque, ac curſu temperato provehitur, navigantium commoditati ſerviens; adeo ut magno ſepto, ſeu repagulo non ſit opus, ſed eo dumtaxat, quod ſufficiat ad immittendas & imbuccandas aquas ipſius fluminis in alveum conſtruendum;*

Comune ſentimento de' più antichi Architetti.

dum; adbibito tamen modulo, seu travacatore, ut in eum deducantur aquæ opportunæ navigationi tempore siccitatis, superfluæ autem tempore inundationum in solitum alveum descendant ec. Egli è vero che, trasportandosi la chiusa all' insù alla più larga sezione del Sasso di S. Michele, ben previdero quegli Architetti che tosto si urtava in altra grave difficoltà di dover tagliare superiormente alle tre Corna la costa del monte, per iscavarvi nel vivo sasso il canale medesimo in lunghezza di alquante centinaia di braccia, ed in larghezza di braccia 18 e più. Ma a questo dispendio prevalse in essi la considerazione di sfogare le piene da sezione più larga della chiusa, e di poter condurre per più lungo tratto a canto dell' Adda medesima il nuovo canale, dal quale più comodamente si potessero aprire paraporti, quanti se ne volessero, a scaricare le materie e le acque soprabbondanti nel fiume, primachè s'incontrassero i sostegni delle conche. Eccone il loro fermo parere: *Duximusque alveum ipsum, ut firmior sit, in costa ibidem existente fodiendum esse.* Ma appunto il taglio di questa costa fu quello, che spaventò il Meda, e lo fece deviare dall' idea e dallo stabilimento de' primi Architetti; e però dalle tre Corna aprì il Naviglio, e discostandolo dall'Adda, lo inalveò nella parte più interna della valle, di dove poi non gli fu praticabile di poter aprire molti sfogatoj per iscarico delle piene, dalle quali nel primo sperimento fu soverchiato. Ho voluto dilungarmi alquanto in questa controversia risvegliata ancora modernamente, sì perchè lo sperimento fattone infelicemente ne' passati tempi, serva d'ammaestramento a non dipartirsi dalle comuni persuasioni; e sì perchè ancora gli errori de' grandi Professori non vogliono essere dissimulati in una trattazione, ove si stabiliscono le regole della Scienza Idraulica.

Deviazione del Meda dal primo stabilimento.

CA-

CAPO IV.

Della pendenza de' Canali navigabili.

Uale pendenza convenga darsi ad un canale regolato di navigazione, non meno nella prima sua imboccatura dal fiume principale, da cui vuolsi derivare, che nel suo proseguimento e corso, è cosa difficile da determinarsi con una regola generale, che possa applicarsi a tutte le circostanze e fini, da' quali dipende una somigliante determinazione. Nelle seguenti Proposizioni verrò sviluppando tutto quello, che può appartenere a questo importante esame, ossia per rapporto al semplice uso di navigazione, ovvero ad altre diramazioni ancora.

SOMMARIO.

Corso de' fiumi su fondo orizzontale. Origine del loro movimento. Pendenza minore proporzionata a minor corpo d'acque. Quanto se ne diminuisce la velocità, tanto cresce l'altezza. Esempio del Canale di Cento. Soverchia larghezza della sezione concorre all' abbassamento del pelo dell' acque. Struttura delle barche proporzionata alle condizioni del canale. Ripieghi per conservare l'altezza dell' acque, quando non può moderarsi la pendenza del fondo. Corpo d'acque proporzionato a' due fini del canale. Regola unica della pendenza, la quale comprende tutte le diverse circostanze de' Navigli. Confronto del canale da farsi con altri già eseguiti. Compenso di circostanze favorevoli e contrarie. Esempio della pendenza de' nostri canali, e differenza del Naviglio di Paderno da' due primi. Regola del Guglielmini per impedire l'interramento del canale,

nale, non applicabile alla caduta de' fiumi maggiori. Determinazione incerta del compenso della minor massa del fluido colla maggiore sua velocità per uguagliare nel canale la forza del fiume primario. Alterazione improvvisa del livello e del corso dell' acqua dal punto di diversione. Regola generale per mantenere per più lungo tempo scavati i canali.

PROPOSIZIONE I.

Non è necessaria alcuna declività di fondo ad un fiume o canale di derivazione per avere corso da un luogo all' altro, eziandio su fondo orizzontale.

PArrà strano che dopo le dottrine del Guglielmini, e le chiare dimostrazioni della sperienza non siasi di già svelto affatto dalle menti de' Periti e del volgo un tale errore. Se debbono questi disegnare talvolta la condotta d'un qualunque canale, il primo studio è quello di trovare la declività del fondo, senza la quale essi credono che il corpo d'acqua non possa decorrere al suo termine; e se per sorta s'incontrano in un fondo orizzontale, danno per disperata la riuscita: perocchè essi credono che l'unica cagione del movimento dell' acque per gli alvei de' fiumi sia l'inclinazione del fondo. Ma egli è già dimostrato e dalla sperienza, e da' principj idrostatici che al movimento progressivo dell' acqua basta che la sua superficie sia qualche poco più alta di quella del luogo, al quale essa ha da terminare il suo corso: ciocchè si dimostra ancora dal principio di Archimede, e dalla sperienza, la quale fa vedere che le acque stagnanti dispongono la propria superficie in un piano orizzontale, e che, quando si aggiunga da una parte acqua sempre nuova, non resta questa sollevata sopra la primiera, ma abbassando se medesima, o spigne l'altra ad un termine più basso, donde ha l'uscita, ovvero la fa alzare di superficie, finchè di nuovo si restituisca all' equilibrio; come accade a' la-

Corso de' fiumi su fondo orizzontale,

laghi e ad altri ricettacoli. Ma tutti questi movimenti si operano, qualunque sia la disposizione del fondo, o declive, od orizzontale. In fatti quanti fiumi verso i loro sbocchi corrono al mare velocemente sopra un fondo perfettamente orizzontale!

Originato dalla sola pressione e pendenza di superficie.

Dobbiamo adunque distinguere ne' fiumi due pendenze, dalle quali separatamente dipende il loro corso: una è la pendenza del fondo, e l'altra è la pendenza, ossia inclinazione della superficie. Nel primo caso la semplice gravitazione ne' fluidi, imprime a' medesimi il moto di discesa, come ne' solidi su' piani inclinati: nel secondo caso la pressione dell' acque superiori più alte, la quale sta sempre sul collo dell' acque inferiori, è quella, che sollecita queste al moto; e però dove manca al movimento l'inclinazione del fondo, sottentra l'inclinazione del pelo e la pressione: e quantunque all' occhio nudo non si renda questa immediatamente visibile, nondimeno si fa sensibile nell' effetto del movimento e nella livellazione per lungo tratto. Certo è che il fondo di Po in molti luoghi poco si discosta dall' orizzontale, come ben avverte il Manfredi; e non pertanto dalla sola pressione riceve un velocissimo impulso, dal quale si corrodono rive altissime, fino ad ingoiare le abitazioni medesime.

COROLLARIO.

Quanto maggiore sarà il corpo d'acque, il quale derivasi nel canale, e da più alto pelo del fiume primario entrerà nel suo incile; tanto più veloce sarà il corso del medesimo, anche su fondo orizzontale, e più sensibile l'inclinazione della sua superficie. Imperocchè a questo effetto di acceleramento vi concorre e la maggior pressione, e la grandezza del corpo d'acque; e l'acceleramento si accrescerà, quando all' inclinazione della superficie, ed alla forza della pressione si congiunga la pendenza del fondo.

PROPOSIZIONE II.

Regole generali per determinare la pendenza del fondo de' canali ad uso di semplice navigazione.

AL fine della navigazione richiedesi tanta altezza d'acque, che basti almeno a sostenere le barche, di maniera che, essendo cariche, non tocchino il fondo; ed a questo oggetto dee regolarsi e la sua pendenza di fondo, ed il corpo d'acque proporzionato; e quindi si vogliono osservare le condizioni seguenti.

Pendenza minore proporzionata a minor corpo d'acque.

I. Quanto minore sarà il corpo d'acqua, che si può introdurre nel canale di navigazione, tanto minor pendenza dovrà darsi al suo fondo. La ragione si è, perchè ad accrescere l'altezza proporzionata a sostenere le barche in minor corpo d'acque, è d'uopo di ricorrere alla diminuzione della velocità; acciocchè da questa meno sia abbassata la superficie; ed il pelo d'acqua corrente resti tant' alto, quanto richiede l'uso della navigazione. Il Canalino di Cento alimentato dalle sole sorgenti del Borgo di S. Giovanni, mantiene una utilissima navigazione di rilevante commercio da quella Città alla Città di Ferrara ed altrove, e con tanta altezza d'acque, che vi si reggono grosse barche da carico. A prima vista non pare che un così piccolo corpo d'acque possa sollevarsi a tanta altezza senza sostegni: ma il suo fondo quasi orizzontale, e di pochissima pendenza, vi mantiene un moto assai lento, con tanta uniformità in tutto il suo corso, che quanto se ne scema perciò la dimensione della velocità, tanto cresce l'altra in altezza sufficiente alla navigazione.

Larghezza di sezione diminuisce l'altezza.

II. La soverchia larghezza dell' alveo d'un canale può talvolta concorrere ad un troppo abbassamento del suo pelo, e ad impedirne la navigazione; quando questo difetto non sia supplito o dalla copia molto maggiore dell' acque, le quali vi si possano introdurre, o dalla lentezza

del

del ſuo movimento, o da' ſoſtegni. In tal caſo l'Architetto avrà l'occhio a poter combinare due differenti ripieghi, li quali tendono allo ſteſſo oggetto della navigazione. Il primo è quello di ſoſtenere a maggior altezza il pelo dell'acque con una ſezione ſempre più ſtretta, e proporzionata al ſuo minor corpo: il ſecondo è di riflettere, ſe la larghezza della ſezione ſia ſempre tale che dia il comodo paſſaggio alle barche, le quali s'incontrano. Per queſta ragione il Canalino navigabile di Cento ſi mantiene coſtantemente in tale determinata ſezione, che non oltrepaſſi la larghezza di due barche, quando s'incontrano, per dare a ciaſcuna il ſuo paſſaggio.

Struttura delle barche proporzionata alle condizioni del Canale.

III. Siccome la qualità delle barche richiede maggiore o minore altezza d'acque ne' canali navigabili, per non peſcare ſul fondo, e maggiore o minore larghezza d'alveo, per darſi ſemplicemente il paſſaggio; così ſi dovrà proporzionare la forma e coſtruzione delle medeſime all'altezza dell'acque, ed alla larghezza dell'alveo, che vuolſi condurre: e perciò noi oſſerviamo una così ſvariata ſtruttura di barche ne' canali navigabili della noſtra Italia, altre piatte, e che meno peſcano, altre più lunghe, e che poco ſi allargano, e tutte capaci ſoltanto d'un definito carico.

IV. Ma perchè non è ſempre in balía dell'Architetto il moderare la pendenza del fondo, ſicchè tanto creſca in altezza il corpo d'acque, quanto ſe ne rallenta il ſuo corſo; ovvero, come ben riflette il Guglielmini nel luogo citato, *perchè molte volte dando al canale la larghezza neceſſaria allo ſcambio delle barche, rieſce l'altezza dell'acque così ſcarſa, che ſi rende incapace di portar le barche, le quali ſi vorrebbero adoperare; perciò è neceſſario di provvedere con l'arte a queſto difetto, trattenendo l'acqua con le chiuſe, ed obbligandola ad alzarſi di pelo fino a quel ſegno, che può ſoddisfare al biſogno: quindi è che con deboliſſimi corſi d'acque ſi poſſono fare canali navigabili da ogni ſorta di barche.* Così egli.

 V.

V. Di cotesti sostegni, altri sono immobili, e costituiscono il termine della navigazione; come accade al Naviglio di Bologna derivato sotto la Città dal Reno, e che va a scaricarsi nel medesimo a Malalbergo, ove non si dà passaggio alle barche; dalle quali si trasportano le merci con brieve tragitto, per ricaricarle sulle barche del Po di Primaro a continuarne la navigazione fino al mare. Dalle medesime chiuse o sostegni immobili si formano altri canali navigabili d'acque quasi stagnanti per molte miglia sul Territorio Ferrarese fino alla Città, e dalla medesima fino a Lagoscuro, di dove le merci si tragittano nel Po grande; e con questo artifizio d'una navigazione anche per brieve tratto interrotta, si mantiene un fiorito e comodo commercio tra le provincie confinanti.

Altezza d'acque mantenuta da Chiuse immobili,

VI. Altri sostegni poi si possono a piacimento aprire e chiudere senza alterare l'altezza costante dell'acque necessaria alla navigazione, che è lo scopo unico de' medesimi. Coll'uso di queste cateratte amovibili si conseguisce un altro comodo di poter continuare la navigazione colle medesime barche, e con pochissima quantità d'acque; e di queste cateratte, le quali noi chiamiamo conche, ragioneremo di proposito nel seguente Capo. In fatti con questo artifizio di moltiplicati sostegni mobili si frena la eccessiva caduta, e si rende navigabile il Canale di Bereguardo derivato dal Naviglio di Ticino, ed anche lo stesso Naviglio nella Città di Milano, già molto esausto dalle precedenti diramazioni.

E da Cateratte amovibili.

PROPOSIZIONE III.

Se da un fiume principale, qual' è fra noi l'Adda o il Ticino, si dovrà derivare un Naviglio a doppio uso e della navigazione, e della irrigazione nel medesimo tempo; si avrà dall'Architetto il disegno anticipato di preparare al nuovo fiume dal punto della diversione all'incile tanta declività di fondo, e di solle-

lecitarne l'introduzione con tanta velocità, che se ne attragga quel più di corpo d'acque, il quale vuolsi dividere in tutte le bocche d'estrazione senza pregiudicio della navigazione.

EGli è palese che quanto più d'acque dovrà diramarsi successivamente nelle bocche d'irrigazione, d'altrettanto sarà indispensabile che se ne introduca di più dal punto della diversione all'incile; acciocchè nel progresso non rimanga impoverito il Naviglio, con difetto della navigazione. A voler soddisfare a questi due fini, si stabilirà il fondo dell'incile con tanta pendenza, che accresca la velocità delle medesime acque nel loro ingresso, e per conseguenza la dimensione del corpo d'acque sotto la medesima altezza e larghezza.

Corpo d'acque proporzionato a' due fini de' Navigli.

Per questa ragione, quando i Navigli, oltre la navigazione, destinati sono a tanta diversione d'acque dal loro alveo; la costruzione dell'incile, l'altezza della chiusa, la pendenza del fondo e la situazione dell'imboccatura si regolano per modo che il primo corpo d'acque, che s'imbocca dal fiume, sia sempre molto maggiore del bisogno e soprabbondante; acciocchè nello stato di magrezza del fiume corrisponda al doppio suo fine, e nello stato d'acque mezzane ed alte possa tramandarsene l'eccesso pe' soliti sfogatoj, e quindi ricavarsene da questi l'altro beneficio di mantenerli più lungamente aperti ed operanti per iscarico delle materie e scavamento del fondo. Tutto però vuolsi ridurre alle giuste misure: perocchè la velocità dell'ingresso dell'acque dal fiume nell'incile per accrescerne il corpo, non de' essere tanta, che contrasti o renda troppo difficile la navigazione delle barche all'insù, quando dal Naviglio e dall'incile medesimo entrano nel fiume, e vi proseguono la navigazione; nè può permettersi che l'altezza del suo corpo giunga a tale da traboccare dalle sponde e dalle arginature. A questo fine si stabiliscono lungo il canale tratto tratto segnali fissi di quell'altezza, alla quale i Custodi del Na-

Velocità accresciuta nella prima derivazione.

Naviglio debbono mantenerlo in ogni ſtato, per ſervire a tutte le diramazioni già contrattate dal Regio Magiſtrato: ciocchè nel regolato ſiſtema de' Naviglj ſi conſeguiſce, ora in acque baſſe col chiudimento de' conſueti sfogatoj, ed ora coll' aprimento loro in acque alte; onde talvolta accade che nello ſtato di magrezza del fiume convenga derivare nel canale quaſi tutto il ſuo corpo, per mantenervi quella coſtante altezza e quantità neceſſaria a' due propoſti fini.

PROPOSIZIONE IV.

Per non errare notabilmente nel determinare la cadente del canale di derivazione, può l' Architetto regolarſi coll' eſempio di altri canali ſimili a quello, che ſi vuol fare, de' quali ſia nota la caduta, e proporzionarla al medeſimo.

Regola unica applicabile a tutt' i Canali.

IN queſte brevi parole il Guglielmini nel citato capo 12 comprende quell' unica regola, la quale non è ſoggetta ad errore, cioè la ſperienza e l'oſſervazione. Imperocchè la cadente di qualſivoglia canale appropriata al ſuo uſo, è un riſultato di ſvariate circoſtanze, le quali dall'Architetto ſi fanno concorrere al ſuo corſo; cioè la grandezza del fiume primario e la copia dell'acque, che ſi derivano nell' incile, la velocità e la caduta nella prima introduzione, le ſucceſſive diramazioni ed il conſeguente rallentamento del loro movimento; e però la pendenza del fondo d'un canale può eſſere maggiore o minore, e anco non neceſſaria, a tenore di queſte circoſtanze, le quali più o meno favoriſcono il ſuo corſo; come abbiam detto teoricamente nelle precedenti Propoſizioni. Ma la difficoltà è ſempre quell' unica di applicarle tutte al caſo pratico, e di rifletter come e quanto la prevalenza dell' una ſi contemperi colla contrarietà dell' altra. In così fatte ricerche non è buona regola l'affidarſi ad una ſemplice aſtratta teoría: biſogna appoggiarſi ad

ad un fatto certo, ed a quelle osservazioni, le quali da lunga sperienza d'anni sonosi scoperte, e migliorate nel progresso.

Si cerchi adunque, dice quì il Guglielmini, *se truovasi un canale affatto simile a quello da farsi; e la caduta già nota del primo si faccia proporzionale a quella del secondo: se no, si prenda norma da altri canali o maggiori o minori, sminuendo o accrescendo la caduta colle dovute ponderazioni*. Le ponderazioni da farsi saranno in questo caso le medesime, delle quali abbiam ragionato di sopra; cioè, se il canale destinato sia a doppio fine, di navigazione e d'irrigazione, ovvero al semplice fine dell' una o dell' altra; onde il primo scarico del fiume nell' incile si renda o più veloce e copioso, o meno veloce e più limitato: se la pendenza del fondo debba continuarsi nel progresso la medesima, ovvero proporzionarsi al corpo sempre minore, a fine di sostenere le acque in una uniforme altezza dovuta alla navigazione: se di tanto in tanto debba accrescersi la pendenza e la velocità con l'aprimento de' paraporti, per ispurgare il fondo del canale, e cose simili. Su questi rapporti del vecchio canale col nuovo da farsi, l'Architetto regolerà la delineazione della nuova cadente, e le misure tutte confacentisi alla inalveazione proposta.

Confronto del Canale progettato con altri già fatti.

Egli è vero, soggiugne il Guglielmini, *che non potrà farsi a meno di non prendere errore di qualche oncia di caduta per miglio, o più o meno;* e la ragione si è, perchè non è possibile che l'umano discorso in tanta disparità di canali possa esattamente ragguagliare con proporzionale accrescimento o decrescimento le circostanze tutte del modello. Ma quando sugl' insegnamenti del vecchio canale venga assicurata la sostanza della condotta del nuovo, a cotesti inevitabili accidenti si va prestamente al riparo. Imperocchè, *se l'errore*, dic' egli, *influisca in alzamento di fondo, purchè non sia con eccesso, si può tollerare; essendo ordinariamente tanti e tali i beneficj, che si ricavano da' canali regolati, che possono ben soggiacere*

Compenso di circostanze favorevoli e contrarie.

cere a qualche aggravio di annua spesa per l'escavazione degl' interramenti, che vi si facessero: e se l'errore preso nella stima della caduta, influisse in maggiore profondamento d'alveo, è facile il rimedio, o col sostentare il fondo di esso con una chiusa, o con prolungare il canale quel più che porterà il bisogno. Cotesto prolungamento di canale, che quì accenna il Guglielmini, come rimedio a qualche eccesso di caduta, vuolsi intendere per una via più lunga, per la quale conducasi il medesimo canale; acciocchè la caduta interposta si distribuisca in più lungo circuito fino al proposto termine, e perciò si faccia minore in ciascun tratto.

Col paragone de' nostri Naviglj tutte le precedenti osservazioni possono ridursi a leggi determinate di pendenza, applicabili ad un Naviglio nuovo derivato da un fiume della medesima qualità, o sia che questo canale si faccia servire alla navigazione e ad una vasta irrigazione, ovvero separatamente all' uno o all' altro fine.

Esempio della pendenza del Naviglio della Martesana,

Il Naviglio denominato della Martesana, dal punto di diversione ha una pendenza di 12 once e più ancora, pel tratto di circa un miglio fino a' primi paraporti; attesa la necessità di dover imboccare un corpo d'acque tanto maggiore, quanto più moltiplicate sono le sue estrazioni: poscia si riduce a più moderata pendenza presso a' paraporti di Vaprio, e dopo le sue diramazioni, le quali di mano in mano si vanno succedendo; e di lì in avanti la pendenza del fondo si fa tanto scarsa che dove arriva a 3 once per miglio, dove a 2, e dove il fondo presso la Città, e con l'opera de' sostegni si fa quasi orizzontale.

E del Naviglio grande.

Lo stesso dico del Naviglio grande, al quale si è adattato l'incile con tanta ampiezza e pendenza e velocità, che tutto il gran fiume Ticino pare che lo investa, e si ritiri dal suo primario alveo per entrare in un canale manofatto preparatogli dagli uomini ad uso di tante copiosissime diramazioni. Per alquante miglia decorre con tanta rapidità, quanta ne può soffrire la navigazione,

zione, e con tanta ampiezza ed altezza che rassomiglia un vero fiume: ma dopo la diramazione del Naviglio di Bereguardo e le tante estrazioni, talmente colla pendenza se ne scema la velocità che nell' ultimo tronco presso la Città decorre languido su d'un fondo orizzontale.

La qualità de' due fiumi Ticino ed Adda, da' quali sono derivati questi canali, è uniforme in amendue, per quanto spetta alle materie, che conducono; e lo stesso è il fine di ciascuno, destinato alla navigazione ed alla irrigazione. Se il nuovo Naviglio adunque avrà le medesime condizioni ed usi degli altri due già fatti, le cadute in ciascun tratto si disegneranno uguali.

Pendenze de' Canali proporzionate a' corpi d'acqua, che si derivano.

E quì cade acconciamente un altro ammaestramento intorno la caduta di somiglianti canali, la quale vuolsi proporzionare alla grandezza del corpo d'acque, che si deriva, per abbassarne la superficie, ed impedirne i traboccamenti. Abbiam detto di sopra nella prima Proposizione di questo Capo che non è necessaria alcuna declività di fondo ad un canale di derivazione, quanto all' effetto di potersi muovere l'acqua da un luogo all'altro: ma ciò dee intendersi quando il canale, massimamente di navigazione, viene alimentato da scarso corpo d'acque, cui fa d'uopo di lento moto per sollevarsi in altezza da reggere le barche. Ma quando nell' incile si diverte dal fiume un grandioso corpo d'acque, gli è necessaria una notabile pendenza di fondo, che spiani l'altezza soverchia dell' acque soprabbondanti, finattanto che queste si conservano in tale stato; altrimenti traboccherebbero dalle sponde e dalle arginature.

Esempio del fiume Muzza.

Il fiume Muzza derivato dall' Adda, e rivolto alla irrigazione del vasto Territorio Lodigiano e di altri confinanti, ha il primo tronco di tre miglia circa, dotato di tanta pendenza che, come io stesso ho sperimentato, nel tempo delle mezzane piene, non che delle alte, si odono sotto il fondo soffregarsi e dibattersi i sassi e le ghiaie, che seco mena; e giù le volge, e le ritorna in Adda da' 30 paraporti aperti in Trucassano. Tanta velocità

locità nell' ingresso del fiume nel canale si rendeva necessaria per due fini. Il primo fu quello di poter assorbire dall'Adda quasi tutto il suo corpo in acque basse e mezzane, in guisa che fosse sofficiente nel progresso a tante diramazioni; e la rapidità del suo corso, e la vicinanza de' sfogatoj non lasciasse luogo alle deposizioni delle ghiaie nella parte più gelosa del suo incile. Il secondo fine degli Architetti fu quello d'impedire li primi traboccamenti dalle sue rive in un alveo più regolato e ristretto, e di conseguire che, quanto la grandezza del corpo d'acque da introdurvisi ne accrescesse l'altezza, d'altrettanto la maggiore velocità sua la scemasse, a segno di non oltrepassare i limiti de' segnali stabiliti a S. Bernardino ed altrove. Cotesta necessità di un maggiore acceleramento conveniva al primo tronco, dove il corpo d'acque era intero ed unito; ma dividendosi poi il medesimo in tante estrazioni, fu d'uopo di scemarne di mano in mano con la pendenza la velocità a forza di moltiplicati sostegni, li quali al fiume tolgono ogni caduta, e sostengono le sue acque a pelo più alto e capace di condursi sul livello delle campagne.

Differenza del Naviglio di Paderno dagli altri due antichi.

All' opposto il Naviglio nuovo di Paderno, quale ora si apre col solo fine di continuarvi la navigazione dell' Adda pel tratto di circa due miglia, dove questo fiume corre scosceso fra' dirupi con grandi cadute; cotesto Naviglio, dissi, non ha bisogno che di quel moderatissimo corpo d'acque, che basti precisamente a reggere le barche, e di quell' altezza, che viene formata dagl' interposti replicati sostegni; e perciò la prima introduzione più facilmente può regolarsi e con molto minore pendenza di fondo, e con minore altezza di chiusa. Anzi la troppa quantità d'acque e velocità pregiudicherebbero alla sussistenza ed uso de' sostegni medesimi, che succedono l'uno all' altro in molta vicinanza. Ma queste considerazioni non hanno una regola generale di misure; e la massima dell' Architetto si applicherà più o meno alla qualità de' fiumi, o all' uso de' canali, come si verrà in seguito da noi divisando.

CO-

COROLLARIO.

Con quella medesima proporzione, colla quale la quantità dell'acque del canale Naviglio si verrà diminuendo coll' uso delle diramazioni, se ne scemerà parimente la pendenza del fondo e la velocità del suo corso, per mantenersi successivamente in tanta altezza, di quanta è d'uopo a sostenere le barche da carico, finattanto che al troppo scarso corpo d' acque succeda l' uso de' sostegni. Con questa così ben ordinata economía di declività e di velocità si conducono li due nostri Naviglj a portare una così comoda navigazione entro la nostra Città dopo tante copiosissime diramazioni. Il volgo ne sperimenta bensì gli effetti favorevoli; ma non si solleva più in alto a penetrarne l'artifizio, che n'è la cagione.

PROPOSIZIONE V.

Tutt' i canali, li quali o rientrano nel medesimo fiume, da cui sono derivati, ovvero si conducono a sboccare in altro fiume maggiore, non mancano giammai di caduta.

Canali di derivazione quando abbiano la prerogativa di grande caduta.

LA ragione del primo caso si è, perchè la caduta totale del canale dal punto della diversione allo sbocco suo è sempre uguale alla caduta del fiume a quel medesimo termine. Quanto al secondo caso, il fiume maggiore in siti omologi, come richiede la portata delle sue acque, decorre sempre con fondo più basso del fiume minore, dal quale si deriva il canale. Così l'ampio e copioso Canale di Muzza dopo il corso di molte miglia sul Territorio Lodigiano, restituisce buona parte dell' acque sue residue all' Adda medesima, verso dove ha tanta caduta che nell' ultimo suo tronco in vicinanza dello sbocco ha bisogno di frequenti sostegni, per impedire il troppo profondamento del fondo ed il rovesciamento delle rive. Parimente li due nostri Naviglj d'Adda e di Ticino dopo la naviga-

zione

zione nel circuito della Città, cessano da indi in giù d'essere navigabili, e riuniscono le restanti lor acque nel canale detto il Ticinello, fino a Pavia a sboccare nel fiume Ticino. Lo stesso accade al Naviglio di Bologna, il quale ritorna le sue acque nel Reno medesimo, dond' è partito, ma con tanta caduta che, quando il suo sbocco non venisse sostenuto da un' altissima cateratta, non sarebbe altrimenti navigabile questo canale. La stessa generale induzione si applica a tanti altri canali o di semplice irrigazione, o navigabili, al Canal-bianco, al Tartaro, alla Fossa d'Ostiglia, a' due Naviglj di Cremona, alla Brenta, li quali abbondano di caduta, o perchè rientrano nel medesimo fiume, dal quale hanno avuto l'origine, o perchè vanno per altra via a terminarsi in altro fiume maggiore ed anco al mare.

COROLLARIO I.

Regola delle derivazioni per assicurare la pendenza.

Da questa costante osservazione si conferma la regola generale degl' Idrostatici che qualsivoglia canale derivato dee procedere da fiume minore, ed avere lo sbocco o nel medesimo, o nel fiume maggiore, o finalmente nelle sue diramazioni, le quali decorrano a fondo più basso del fiume maggiore: altrimenti gli scoli stagnerebbero su' fondi delle campagne; il qual disordine non si è preveduto abbastanza talvolta dagli Architetti nell' inalveazione de' nuovi canali.

COROLLARIO II.

Qualunque volta si derivano canali, li quali più non entrano nel fiume, che loro diede l'origine, e mettono foce in paludi o in lagune, ovvero si debbono consumare in varie diramazioni; avverta l'Architetto a premettere una esatta livellazione della totale caduta fino al termine del loro ultimo sfogo; perchè in simili casi la quantità della cadente rimane più incerta, con pericolo di non potere soddisfare al fine destinato o di navigazione, o di muovere edifizj idraulici.

CO-

COROLLARIO III.

Il Signor Guglielmini nel luogo citato consiglia gli Architetti, ove si tratti di qualche importante livellazione per definire la caduta d'un canale progettato da un termine all'altro; consiglia, dissi, *a non fidarsi de' livelli materiali, tuttochè fabbricati con ogni possibile esattezza, e adoperati con ogni possibile diligenza*. Egli ammaestrato dalla lunga sperienza, afferma *essere questi soggetti ad errori esorbitanti; come apparirà a chi vorrà farne la prova col ripetere più volte l'operazione medesima*. Preferisce egli in simili casi la livellazione con acqua stagnante: *Il che*, egli dice, *in molti luoghi ed in opportuna stagione è facile da farsi, valendosi de' fossi destinati allo scolo delle campagne ec.*

COROLLARIO IV.

La parte più gelosa nella condotta de' nuovi canali è sempre quella della loro caduta appropriata al fine, al quale debbono essere destinati; e quindi per accrescerne la caduta, si derivano da' punti più alti e lontani del fiume principale. Nel Territorio Bergamasco e Bresciano a tutt' i canali derivati dal Serio, dal Brembo e dall'Oglio si è studiato di dare grande caduta; acciocchè questa medesima ripartita con sostegni nel loro lungo viaggio, fosse capace di far muovere diversi edifizj idraulici, come sono mole da grano, valichi, magli ec., li quali tutti hanno il loro primo moto da una ruota fatta girare nell'acqua. A questo oggetto mirarono gli Architetti quando s'inoltrarono nelle parti più alte di questi fiumi a disegnarne l'incile e la prima derivazione con tanta caduta al loro termine, quanta bastasse all' uso del canale.

COROLLARIO V.

Si avverta però, che la prima imboccatura, ossia invito del fiume principale nel canale e taglio di deri-

vazione non sia congiunto con tanta caduta, che si corra pericolo che il canale derivato a poco a poco non tiri a se tutta l'acqua del fiume, e facciasi l'alveo del medesimo. Il taglio del celebre Sicardo fatto nel Po grande alla Stellata, assorbì in poco meno d'un secolo il Po di Volano e di Ferrara, e lo rivolse a Venezia. Nè mancano esempj de' nuovi corsi de' fiumi, li quali dalle più favorevoli disposizioni de' canali di diversione sonosi in questi interamente introdotti, alle volte con vantaggio, e spesso con danno delle provincie. In casi somiglianti è necessario porre freno alla introduzione dell' acque con forti macchine regolatrici, le quali ne limitano la copia e la velocità nell' ingresso.

COROLLARIO VI.

Qualsivoglia canale di derivazione, quand' anco rientri nel medesimo fiume, e con esso abbia comune la caduta, non avrà mai forza bastante ad impedirne gl'interramenti, senza bisogno di annuale spurgazione. Il Guglielmini nel luogo citato ne rende la ragione: si esaminano nella seguente Proposizione le sue regole, colle quali pensa egli in questo caso di poter accrescere al canale la caduta sopra quella del fiume, per conseguirne un costante scavamento.

PROPOSIZIONE VI.

La pendenza di un canale regolato non può essere tale, che non richiegga di quando in quando d'essere scavato; nè ad impedirne costantemente le deposizioni e gli alzamenti perniciosi del suo fondo possono avere luogo le regole di accrescimento di pendenza assegnate dal Guglielmini.

IL Signor Guglielmini al capo 12 distingue i canali, che di necessità rientrano nel fiume medesimo, dal quale prima partirono, da quelli, che possono avere altro termine al loro corso. Parlando de' primi, giustamen-

te

te avverte che *il canale derivato*, *come quello*, *che porta di gran lunga minor corpo d'acqua che il fiume*, *per necessità in pari circostanze avrà bisogno di caduta maggiore di quella*, *che ha il fiume medesimo*. Altrimenti o il suo fondo si alzerà soverchiamente con danno de' terreni contigui, o si chiuderà cogl' interramenti l'incile del canale, o pure, chi ne intraprende la derivazione, si soggetterà alla spesa di un continuo scavamento. Per impedire questo sconcerto passa egli ad applicare la prima regola a somiglianti canali, ed è *che la somma della caduta necessaria a tutto il viaggio del canale per mantenerlo scavato*, *sia sempre maggiore di quella*, *che è necessaria al fiume in uguale lunghezza; e maggiore sia di quanto importa la differenza del livello dal fondo dell' incile al fondo del fiume al di sotto della chiusa*. Adatta poi egli la predetta regola al caso pratico. *Sia il fiume* ABCD, *dal quale per causa della chiusa* A *si parta il canale* AD, *che rientri nel medesimo in* D; *e suppongasi che il fiume* ABCD *richiegga un piede di caduta per miglio*, *e che la lunghezza di esso sia di* 10 *miglia: egli è evidente che la caduta dal fondo del fiume al di sotto della chiusa* A *fino a* D, *sarà piedi* 10. *Supponiamo ancora che la via del canale* AD *sia parimente di* 10 *miglia; ma che la caduta necessaria per non deporre la torbida in esso*, *attesa la poca quantità d'acqua*, *che porta*, *sia di piedi* 2 *per miglio: adunque la necessaria caduta da* A *in* D *sarà di piedi* 20, *maggiore piedi* 10 *di quella del fiume; e conseguentemente dovrà il fondo del canale* AD *nel suo principio verso* A *essere altrettanti piedi più alto di quello del fiume*

Regola del Guglielmini per impedire l'interramento del Canale di diversione,

fiume nel sito di sotto alla chiusa. Se adunque l'altezza di questa sarà tale, che sostenti il fondo del canale a detta altezza; è certissimo che l'incile di esso potrà mantenersi senza interramento col solo sforzo dell'acqua, che vi entra: ma se la differenza in altezza de' predetti due punti sarà minore di 10 piedi; è altrettanto chiaro che il fondo del canale per mantenersi basso al bisogno, ricercherà di tempo in tempo dell'escavazione; e sarà necessario che l'opera degli uomini in questo caso supplisca al difetto della natura.

Quanto maggiore è l'autorità del Guglielmini, tanto più accuratamente da chi scrive in somiglianti materie vogliono considerarsi li suoi detti; acciocchè non sieno d'inciampo ad altri a voler adottare e sostenere un qualche errore o falsa intelligenza sotto lo scudo di questo incomparabile Maestro. A questa regola dunque io fo alcune poche eccezioni.

Non applicabile alle cadute de' Fiumi maggiori.

I. La teoría del Guglielmini è verissima, quando si consideri separata da quelle circostanze, le quali sempre accompagnano il corso de' fiumi e de' canali: ma non pare applicabile alla diversione di quelli, che si diramano da' fiumi maggiori dotati d'una precipitosa caduta; come sono quì fra noi l'Adda ed il Ticino e somiglianti. Perocchè la caduta, che questi acquistano nel corso di poche miglia, è tale e tanta che vano sarebbe lo sperare col mezzo dell' alzamento della chiusa, *che la somma della caduta necessaria a tutto il viaggio del canale di derivazione per mantenerlo scavato, prima di rientrare nel fiume possa farsi maggiore di quella, che è necessaria al medesimo fiume in uguale lunghezza:* molto meno poi potremo figurarci che *maggiore sia di quanto importa la differenza del livello dal fondo dell'incile al fondo del fiume al di sotto della chiusa.* A tal' uopo non potrebbe altrimenti convenire che un' altezza smisurata di chiusa; come può osservarsi nella caduta rapida, che fanno l'Adda ed il Ticino nel loro alveo e prima e dopo la derivazione de' Naviglj.

II. Se il canale di derivazione sarà da regolarsi ad uso di navigazione, non potrà assai volte nè meno soffrire

la

la caduta continua di 2 piedi per miglio; come nell' esempio addotto sarebbe necessaria ad impedirne le deposizioni. La troppa rapidità congiunta ordinariamente con uno scarso corpo d'acque, o ne toglierebbe l'altezza viva all' uso di navigazione, o renderebbe malagevole la medesima navigazione contrastata dalla corrente: ed in questo caso converrebbe sostenere la navigazione con frapposti sostegni amovibili, che scemassero la soverchia pendenza del fondo; come si sta ora eseguendo nel nuovo Naviglio di Paderno, il quale dopo il solo corso di quasi 2 miglia sbocca nuovamente nell' Adda, ma con tanta caduta, che a renderla idonea alla navigazione ha bisogno che tratto tratto gli si costruiscano le conche in altezza ove di 4 e 6 braccia, ed ove di più ancora. Ma supposta questa necessità, cade a terra la teorìa del Guglielmini per impedirne l'interramento.

Necessità de' Sostegni rende inutile la regola del Guglielmini.

III. Tutt' i fiumi primarj, da' quali si derivano Navigl), sottoposti sono a grandi piene; e quindi non soffrono altrimenti le chiuse, fuorchè in moderata altezza e scarsa, e con aperture ne' siti idonei per isfogo alle piene: in caso diverso sarebbero elleno prestamente rovesciate; adunque il loro alzamento non può uniformarsi alla già detta teorìa.

IV. Non può determinarsi di quanto debba essere maggiore *la differenza del livello dal fondo dell' incile al fondo del fiume al di sotto della chiusa*, per accrescerne la caduta, acciocchè le torbide o altre pesanti materie non calino al fondo; sì perchè ciò dipende dalla qualità e quantità di queste, a fine di proporzionare la forza della velocità al trasporto delle medesime; e sì ancora perchè difficilmente può calcolarsi, quanta parte del fiume assorbisca il canale, e qual proporzione vi corra tra questo ed il fiume ne' differenti suoi stati, per istabilire una legge costante di caduta, che non permetta interramento. E quindi, per non dipartirmi dall' esempio del Guglielmini, se il fiume principale con un piede di caduta per miglio, e col maggior corpo delle sue acque traspor-

 terà

tetà le proprie torbide, o pesanti materie, chi potrà assicurare con salde regole, se la metà del medesimo, o la sua terza o quarta parte divertita nel canale, e di tanto impoverita, ne' ricerchi o due piedi di caduta, o tre e più piedi per ogni miglio, per conseguire lo stesso effetto? e conseguentemente, se basti che *il fondo del canale* AD *sia nel suo principio verso* A *altrettanti piedi più alto di quello del fiume nel sito di sotto alla chiusa* A?

Determinazione incerta del compenso della minor massa con la maggiore velocità.

Egli è vero che allo scavamento d'un canale o fiume, ovvero al trasporto delle sue materie vi concorre la forza composta dalla massa e dalla velocità del fluido: ma qual parte di questa forza si riferisca alla massa ed alla pressione proveniente dall' altezza viva, e quale alla semplice velocità, e se amendue operino di concerto e con uguaglianza, e se con la stessa proporzione l'accrescimento della velocità supplisca al difetto del minor corpo per spingere innanzi le differenti materie; non abbiamo sperienze certe, le quali ce lo dimostrino, massimamente in tanta disuguaglianza di circostanze.

Regola applicabile a tutt' i Canali.

Per tutte queste ragioni la regola generale e pratica degli Architetti nella conservazione de' canali navigabili si è quella appunto di ricorrere all' uso de' frequenti paraporti, de' quali abbiam parlato di sopra assai ampiamente. Da questi si accresce la caduta all' acque, e la spinta e lo sfogo delle materie; e questi possono moltiplicarsi, quanti ne richiede il bisogno di mantenere spurgato il fondo del canale, a segno almeno che solamente di tanto in tanto *sia necessario che l'opera degli uomini supplisca al difetto della natura*, come quì afferma lo stesso Guglielmini: im-

imperocchè *l'utilità*, dic'egli, *di somiglianti canali di navigazione sorpassa di gran lunga questo leggiere incomodo di spurgamento;* come osserviamo ne' due nostri Naviglj.

COROLLARIO.

Da quanto si è fin quì ragionato si raccoglie che l'arte tutta dell'Architetto si risolve, non già a togliere interamente, ma a rendere meno frequente la necessità dello spurgamento, e molto più il pericolo del riempimento dell' imboccatura, la quale di sua natura è la più sottoposta alle deposizioni. La ragione si è perchè, come si è detto altrove, qualsisia fiume al trasporto continuo delle sue materie ha bisogno d'un grado determinato di caduta e di velocità appropriata al fiume nel suo libero corso; e se questa manca o scema, cessa la forza, e calano quelle al fondo. Or nel punto della diversione buona parte del fiume passa da un fondo più rapido ad altro meno declive, e sostenuto a più alto livello ragguagliato con i piani delle campagne da irrigarsi; e quì è dove questo passaggio dee regolarsi con quella maggiore caduta, la quale possa comportarsi dal fine primario del Naviglio: e per questa ragione noi osserviamo che nel primo tratto dal punto della diversione fino a' primi sfogatori, la pendenza assegnata è sempre la massima di tutte quelle, nelle quali viene distribuito il susseguente corso del canale. Ma perchè ancor questa declività è sempre minore di quella, che compete al fiume principale, ed al bisogno del trasporto delle materie, le quali sono sempre maggiori nel primo tratto; gli Architetti ebbero ricorso ad altra nuova artifiziale caduta dalle soglie de' paraporti più basse del fondo medesimo del canale; acciocchè questi di tempo in tempo aperti ravvivassero e quasi restituissero la diminuita velocità del fiume in questa sua prima diversione, e ne attraessero dal suo fondo le materie più pesanti quivi depositate. Quando sia regolato questo scarico continuo, ora da uno, ora da più paraporti, secondo le varie circostanze e qualità del fiu-

Alterazione improvvisa del corso dell' acque dal punto di diversione.

fiume, il Naviglio potrà quindi decorrere ſopra un fondo mediocremente declive, ed anche orizzontale, come ſi è detto; e quanto alle materie ſottili e terree, le quali ſi conducono impregnate e galleggianti coll'acque, e nel progreſſo calano al fondo; queſte o ſi cavano negli annuali ſpurgamenti, o ſi diſtaccano nuovamente dal fondo dalle varie correnti introdotte da altri sfogatori ſituati acconciamente in varie diſtanze, come inſegnerà la ſperienza di ciaſcun canale.

Regola generale dello ſpurgamento de' Canali.

CAPO V.

De' Sostegni, li quali danno il passaggio alle barche.

Uanto più semplice, tanto più ingegnoso è il ritrovamento de' sostegni di navigazione con doppio ordine di porte: di questi prima del dodicesimo secolo non troviamo esserne fatta menzione da veruno Scrittore, ovvero praticato l'uso dagli Architetti. Soltanto nel 1198 da Alberto Pitentino Architetto della Comunità di Mantova ci si fe' palese la prima volta e l'invenzione e la costruzione de' medesimi sostegni nel rendere navigabile il Mincio; come più ampiamente descrive il Bertazolo: e questa prima epoca di una delle più utili invenzioni nella Lombardia, si è già da noi dimostrata nella Introduzione preliminare Storica.

Quanto all' artifizio di questi sostegni, per non dilungarmi in teorie troppo lontane, io dividerò la presente trattazione in due esami. Nel primo mi fo a considerare l'azione e lo sforzo dell' acqua contro le porte, che la sostengono, per ragguagliarne la resistenza di queste: ciocchè succintamente si dichiara in questo Capo V. Nel secondo esame descriverò l'uso pratico de' sostegni, e l'artifizio pel più pronto passaggio delle barche; e questo sarà riservato al Capo VI.

Nel primo esame adunque il Signor Belidor al capo 3 del libro 1 della sua Architettura Idraulica non considera altra forza, con cui l'acqua agisca contro le porte, che quella che procede dalla pressione, la quale egualmente è propria dell' acqua stagnante che della corrente: ma questa sola considerazione non può interamente soddisfare allo scopo di questa ricerca. Imperocchè

Due forze da calcolarsi contro le porte de' Sostegni, pressione e spinta d'acque correnti.

chè due sono le forze, colle quali l'acqua corrente d'un canale navigabile va a percuotere ed a premere le porte d'un sostegno: la prima è quella, la quale è un effetto dell' attuale suo corso e movimento contro le medesime: la seconda è originata dalla semplice azione della pressione dell' acqua considerata come stagnante. La prima è variabile, secondo il differente corso, con il quale o si porta a traboccare dalla sommità delle porte serrate, ovvero dall' ostacolo di queste viene divertita in altro contiguo canale, che le dà lo sfogo; nè questa forza può calcolarsi dall' Architetto, se non a norma di quel movimento, del quale è capace il canale. La seconda forza di semplice pressione può ridursi ad una legge costante di natura e di azione secondo l'altezza. Per maggiore chiarezza adunque io mi fo quì a valutare l'una e l'altra separatamente, a fine di contrapporre la più confacente posizione delle porte alle azioni e direzioni di queste due forze cospiranti, e stabilirne i punti immobili d'appoggio, contro li quali si risolvono.

SOMMARIO.

Due forze da calcolarsi contro le porte de' sostegni, pressione e spinta d'acque correnti. Calcolo imperfetto del Signor Belidor. Legge costante della pressione de' fluidi contro i piani verticali, e sperienze della medesima. Errore di Famiano Michelini. Misura della forza della pressione, non secondo il volume, ossia base, ma secondo l'altezza. Resistenza de' muri ne' canali proporzionata alla sola altezza. Inganno famigliare. Forza variabile di spinta dell' acque correnti contro i sostegni. Congiungimento angolare delle porte il più idoneo al sostegno dell' acque. Misura del carico delle acque contro l'angolo retto ovvero ottuso, e dell' azione contro il punto del congiungimento e contro i cardini delle porte. Vantaggi e svantaggi dell' angolo retto sopra l'ottuso. Quantità dell' angolo ottuso

tuso determinata dalle circostanze e dalla sola sperienza appropriata a ciascun canale di navigazione.

PROPOSIZIONE I.

L'azione di semplice pressione contro le porte d'un' acqua considerata come stagnante, dipende unicamente dalla lunghezza della sua superficie, e dalla sua altezza, che la spigne, e non giammai dalla larghezza della base, che la sostiene.

Pressione de' fluidi contro i piani verticali.

AFfermano tutti gl' Idrostatici con l'Abate Grandi al libro 2 del movimento dell' acque, che passa questo divario tra i corpi fluidi, ed i corpi duri e massicci, che questi, avendo tutte le sue parti collegate insieme, si uniscono a premere il piano orizzontale o inclinato, sopra cui posano, non premendo altrimenti i piani verticali, che li toccano: ma quegli, avendo le parti sciolte, esercitano la loro pressione per ogni verso; onde premono ancora i piani verticali, da cui sono contenuti; di maniera che giungono a romperli e penetrarli, quando non sieno di proporzionata resistenza dotati.

Errore di Famiano Michelini.

Famiano Michelini fu quel solo, il quale credette che siccome un prisma di diaccio contenuto in un vaso preme solamente il fondo, e non le pareti laterali, che lo toccano; così debba ancor l'acqua esercitare tutta la sua pressione contro il fondo de' fiumi e contro le ripe fatte a scarpa, perchè vi passa sopra, come su tanti piani inclinati; ma non contro le sponde erette perpendicolarmente all' orizzonte. A questo errore contrappone l'Abate Grandi la sperienza in contrario; perchè forando le pareti d'un vaso pieno d'acqua, subito questa esce: il che dimostra che già stava ivi premendo la detta parete, la quale colla sua resistenza ne raffrenava e sosteneva l'impeto; onde levata la detta resistenza, subito prevale la pressione dell' acqua, ed esce a suo talento,

Sperienze della pressione de' fluidi contro i piani verticali.

con

con maggiore o minore velocità, secondo il carico dell' altezza, che ha sopra di se. Quindi egli deduce che non si può d'ogni minima grossezza far le pareti ad una vasca o ad altro vaso, che contenga un fluido; ma si richiede in esse una determinata robustezza, perchè non cedano: la qual cosa dic' egli *essere pur segno manifestissimo della pressione esercitata dall' acqua contro le sponde verticali d'un vaso, dentro cui debba contenersi.*

Misura della forza della pressione,

Questa forza di pressione si esercita dall' acqua contro ciascun punto delle pareti verticali, che la sostengono, e si esprime dalla sola perpendicolare, la quale dimostra quanto il medesimo punto rimanga al di sotto del livello della superficie del corpo liquido; e questa perpendicolare è la sola misura della forza delle pressioni o crescenti o decrescenti, senza mettersi in pena della estensione della sua base; perchè in questa parte i fluidi non agiscono già secondo la quantità del loro volume, ma unicamente secondo la loro altezza.

Non secondo la base, ma secondo l'altezza.

Volendo adunque noi riferire questa legge di natura al caso nostro de' sostegni, de' quali trattiamo, poco c' importa che l'acqua, la quale essi sostengono oltre l'altezza di due o tre o più piedi, sia quella d'un lago, del mare o d'un fiume di grande ampiezza. Tutta questa gran base è fuori del calcolo della sua pressione contro le porte, eccetto che la serie di ciascun punto di quella superficie, la quale è ad esse contigua, ed agisce colla sola forza di quell' altezza, che ha qualunque punto della medesima sotto il pelo dell' acqua.

COROLLARIO I.

Diminuzione di base e di volume non scema la pressione.

Da questa legge di natura si deriva che non si farebbe veruno scemamento di pressione, quando un vaso, il quale avesse 10 piedi di profondità d'acqua, ed una base di 10 piedi in larghezza ed in lunghezza, che danno 100 piedi quadrati di superficie, fosse trasformato in un altro, che avesse bensì la base di 10 piedi in lunghezza, come la prima, ma un solo piede di lar-

larghezza, cioè ridotta a 10 piedi quadrati di ſuperficie. In queſto confronto le due grandi ſuperficie oppoſte, le quali ſarebbero rimaſte le medeſime, non ſotterrebbero punto meno di ſpinta o di preſſione eguale a quella del primo caſo, ſe la profondità dell' acqua non ſi foſſe cangiata. Lo ſteſſo effetto ſi avrebbe, quand' anco queſte due ſuperficie ſi accoſtaſſero a ſegno di non avere più che un pollice o una linea d' intervallo.

COROLLARIO II.

Se le anzidette due ſuperficie rappreſentaſſero due muri deſtinati a ſoſtenere l'acqua d' un canale di qualſivoglia larghezza di 10, o 100 piedi, ma ſempre della ſteſſa coſtante profondità, a cagion d' eſempio, di 4 piedi; e ſe la groſſezza e reſiſtenza di queſti due muri ſi foſſe proporzionata alla ſpinta dell' acque del canale di larghezza di 100 piedi: dico che, ſtante la medeſima altezza d' acqua, ſarà neceſſaria la ſteſſa reſiſtenza de' due muri in un canale di larghezza molto minore, quand' anco l' acqua contenuta nel canale più ſtretto foſſe la milleſima parte del primo o la milioneſima.

COROLLARIO III.

Reſiſtenza de' muri proporzionata alla ſola altezza dell' acque.

A queſta legge di natura aſſai volte non riflettono alcuni, quando penſano di dover proporzionare la reſiſtenza de' muri al maggior corpo d'acqua, che contengono i canali, e non alla ſemplice altezza; e ſe la quantità dell' acque nel canale creſce in larghezza il doppio, il triplo, credono che con la medeſima proporzione debbano eglino accorrere ad accreſcere la groſſezza de' muri; e con queſto errore ſi gittano ſoverchie ſpeſe. Il ſolo caſo da valutarſi dall' Architetto, oltre la ſemplice preſſione, ſi è quello de' canali poſti in grande movimento, ne' quali accreſcendoſi la larghezza, e per conſeguenza il corpo d' acque, quantunque nella medeſima data altezza, poſſono talvolta i muri ſoggiacere ad un' altra forza di percoſſa d' acqua corrente, o ne' ſuoi torcimenti, o nel ſoffregamento d'un moto

moto più violento: ciò che sarà fra poco da considerarsi ancora nel presente esame dell' azione dell' acqua corrente contro le porte de' sostegni.

PROPOSIZIONE II.

La forma più valida e più idonea al sostegno dell' acque è quella, che congiunge le due porte in angolo retto ovvero ottuso contro la forza della pressione dell' acqua sostenuta.

Forma più valida di sostegno contro la pressione.

LA ragione è chiara; perchè in tal caso tutta la forza della pressione si risolve ne' tre punti immobili d'appoggio; cioè, non solamente ne' due cardini de' fianchi delle porte, ma eziandio nel punto di mezzo dell' angolo del loro congiungimento, ove il reciproco ed uguale contrasto dell' una contro l'altra vi stabilisce un terzo appoggio immobile e comune alle medesime, senza il quale la pressione acquisterebbe maggiore momento dalla distanza de' soli cardini. Per questa ragione la sperienza di più secoli ne' canali e ne' sostegni, ci ha ammaestrati a preferire questa posizione angolare a quella, la quale è costituita in una semplice linea retta da un cardine all'altro. Quali poi sieno que' casi, ne' quali ancor questa seconda posizione possa aver luogo, si dirà in seguito.

PROPOSIZIONE III.

Il carico della semplice pressione, che soffrono le porte d'un sostegno in una data altezza d'acque e larghezza di sezione, è proporzionale alla maggiore o minore larghezza di superficie, che presentano le porte all' acqua sostenuta dal loro serramento o ad angolo retto, ovvero ottuso.

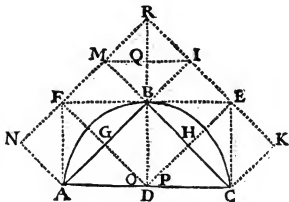
PEr decidere della preferenza di questi due angoli, si consideri da prima che l'angolo sia retto, com' è quì

quì l'angolo ABC racchiuso in un semicircolo, di cui il diametro AC dinota la larghezza del canale, ed il raggio DB il risalto angolare, il quale è il massimo, che ragionevolmente possa darsi al congiungimento delle porte, ed i lati BA, BC rappresentano la larghezza delle due superficie delle porte contrapposte alla pressione dell' acqua, la quale in ogni parte, e secondo qualsivoglia direzione carica sempre le medesime.

Misura del carico contro l'angolo retto,

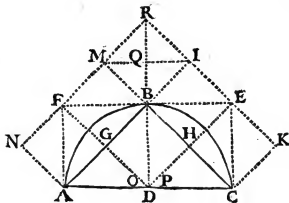
Figuriamoci ora che l'angolo compreso dalle porte sia ottuso: in tale posizione avendo queste minor larghezza, avranno parimente minore carico; perchè nella medesima altezza d'acque le spinte della loro pressione sono nella stessa proporzione delle basi, contro alle quali esercitano incessantemente il loro sforzo; e conseguentemente queste basi esprimeranno il peso delle acque, le quali agiscono secondo le direzioni perpendicolari alle larghezze AB, BC; come già si è dimostrato nella Proposizione I. di questo Capo. Adunque ec.

E contro l'angolo ottuso.

PRO-

PROPOSIZIONE IV.

Il carico, che portano li due punti d' appoggio A *e* C *de' cardini delle porte, è la metà della totale ſpinta della forza di preſſione contro le medeſime nel loro congiungimento ad angolo retto.*

Miſura del carico contro i punti d' appoggio nell' angolo retto.

SUpponganſi che la ſpinta della preſſione dell'acque, le quali agiſcono con direzioni perpendicolari alle larghezze A B, B C delle due porte, venga riunita ai centri delle forze G, H; e ſi prendano le diagonali F O, E P de' quadrati A F B D, D B E C, per eſprimere d'altrettanto meglio, quanto le medeſime forze aumenteranno ovvero diminuiranno a proporzione che le porte faranno più o meno larghe; e le ſteſſe potenze ci ſerviranno a conſiderare l'azione dell' acqua in tutte le parti che ſi vorrà, per rapporto a' punti d'appoggio; facendo per ora aſtrazione da quell' appoggio, che può loro dare il contraſto della ſoglia, a fine di non conſiderare quì altro che quel ſoſtegno, che le porte poſſono darſi ſcambievolmente nel punto della loro congiunzione. Egli

Egli è manifesto per la proprietà de' paralellogrammi delle forze, che le potenze, le quali saranno espresse pe' lati EB, EC, e che agiscono sulla superficie BC secondo quelle direzioni, che quì si hanno, saranno insieme sulli punti d'appoggio un effetto uguale alla sola EP sostenuta da' medesimi appoggi. Imperocchè, se si conducano i quadrati HI, HK; le forze obblique EB, EC alla superficie BC, si ridurranno a due sole dirette IB, KC, cioè alla sola EP.

Se si applica il medesimo ragionamento alla porta AB, se ne deduce che le potenze FB, EB, essendo uguali e direttamente opposte, esse si distruggeranno; nè altro resterà che le altre due FA, EC, le quali esprimono il carico, che portano i punti d'appoggio A e C, spinti secondo le direzioni perpendicolari alla larghezza AC della chiusa.

COROLLARIO.

Adunque secondo questa considerazione il risultato dell' azione dell' acqua contro le porte AB, BC sarà di non caricare i punti d'appoggio A e C, che d'altrettanto che questi sarebbero caricati, se l'acqua fosse sostenuta da una sola porta AC: ciocchè è manifesto; poichè le linee FA, EC sono ciascuna la metà della larghezza AC, che esprime il peso dell' acqua.

PROPOSIZIONE V.

L'azione dell' acqua, che serra le due porte, l'una contro l'altra, può sempre essere espressa dal risalto, ossia altezza BD *dell' angolo* ABC *sopra la sua base* AC.

POichè le potenze MB, IB non agiscono che per le perpendicolari alla linea RD, ne siegue che compiendosi il quadrato BMRI, le due metà MQ, IQ

Misura dell' azione contro il punto del congiungimento ad angolo retto,

della diagonale MI esprimeranno le forze uguali ed opposte, colle quali le due porte si spingono l'una contro l'altra; ed essendo questa diagonale uguale al risalto, ovvero all' altezza BD dell' angolo, poichè i quadrati RB, GH sono uguali; si potrà pigliare la medesima altezza BD per esprimere la somma delle dette due forze.

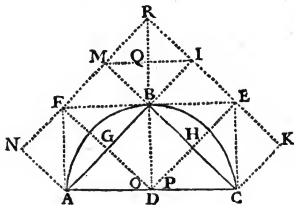
COROLLARIO I.

E ad angolo ottuso.

Se l'angolo ABC del serramento delle porte sarà ottuso, egli è certo che i punti M, I si accosteranno a misura che le potenze FO, EP si verranno sempre più approssimando al parallelismo; e quindi la diagonale MI del parallellogrammo BMRI diminuerà d'altrettanto, quanto l'altezza BD.

COROLLARIO II.

Forza di contrasto tanto minore, quanto maggiore del retto è l'angolo del congiungimento.

Quanto più ottuso sarà l'angolo ABC delle porte, ed avrà per conseguenza meno d'altezza sopra la base AC, tanto più verrà scemando la diagonale MI, la quale rappresenta il contrasto delle due forze contrarie MQ, IQ; e quindi meno le porte si stringeranno nel loro chiudimento; a segno che, se questa diagonale MI si

si riducesse a zero, le medesime non avrebbero punto d'appoggio. Egli è vero che in tal caso ciascuna porta, non avendo altra larghezza che la metà della sezione della chiusa, sosterrebbe quella minore portata d'acque, che fosse possibile; ma è altresì vero che le due porte nel punto del loro congiungimento non avrebbero il sostegno; ciò che è il massimo disavvantaggio.

COROLLARIO III.

Cardini spinti con forza maggiore in angolo più ottuso.

Supponendo già, come si è detto, che le porte nell' angolo del loro congiungimento non abbiano punto altro appoggio che quello, che le medesime si danno reciprocamente; egli è evidente che quanto più ottuso sarà il medesimo angolo, e più s'accosterà al valore de' due retti, con tanto maggiore forza i punti A e C, li quali esprimono la posizione de' cardini, saranno spinti ad allontanarsi dal centro D; e per questa ragione le spalle de' cardini richiederanno solidità maggiore.

COROLLARIO IV.

Teoría di Belidor non sempre conforme alla sperienza.

Dalla precedente teoría della semplice forza della pressione dell' acque secondo l'altezza, senza la considerazione d'altra forza cospirante col movimento dell' acque medesime contro le porte della chiusa, il Signor Belidor ne deduce il corollario seguente, cioè, *che fra tutte le situazioni, le quali dare si possono a queste porte nella loro unione, nessun' altra sia più acconcia a fare un migliore effetto che quella, che forma un angolo retto*. Imperocchè egli dice che in questa posizione il carico della pressione sopra ciascuna porta viene distribuito sulli punti d'appoggio nella maniera più vantaggiosa. A cagion d'esempio, le forze MB, IB, che sono la metà di questo carico, trovandosi in linea retta colle medesime porte, le spingono secondo la parte, nella quale il legno ha più di forza per resistere, che è quella della direzione delle fibre. D'altro lato l'opposizione diretta delle potenze MQ, IQ fa che le facce delle due por-

 te

te nel loro congiungimento si combacino e si stringano con tutta la forza, della quale l'acqua può essere capace. Confessa però lo stesso Scrittore che quanto l'angolo retto guadagnerebbe di vantaggio in questa considerazione, altrettanto ne perderebbe presentando all' acqua sostenuta una molto maggior larghezza di porte, le quali perciò soffrirebbono maggior carico d'acque, come si è detto altrove: ciocchè dee sempre valutarsi nella preferenza d'un angolo all' altro. Per questa ragione la teoría del Signor Belidor nè può essere universale, secondo i suoi medesimi principj, nè può essere conforme alla sperienza, ed al concorso di tutte quelle forze, che sempre intervengono nel sostegno dell' acque, e dalle quali non se ne può fare astrazione.

PROPOSIZIONE VI.

Ne' canali d'acqua corrente la generale induzione de' sostegni fabbricati fino dagli antichissimi tempi, ha sempre preferito al retto l'angolo ottuso del chiudimento delle porte.

Divario di forze ne' sostegni fabbricati in acqua stagnante,

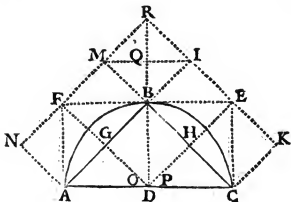
I Sostegni, quali si praticano ne' canali per renderli navigabili, possono contrapporsi alla caduta dell' acque in diverse posizioni, secondo le varie qualità de' canali medesimi. Altri non sostengono fuorchè l'acqua stagnante a quell' altezza, che è dovuta alla navigazione di somiglianti canali; e fra questi si contano que' tanti Naviglj dell' Olanda e de' Paesi Bassi delle Fiandre, li quali nelle sei ore del flusso ricevono dal mare gran copia d'acque, ed altrettanta nell' altre sei ore del reflusso ne scaricherebbero retrograda nello stesso mare, lasciando in asciutto il canale, se presso al loro sbocco non si spingessero dalla corrente contraria della bassa maréa al chiudimento le porte de' sostegni, dalle quali s' impedisse il trascorrimento dell' acque per mantenervi la navigazione. In questi casi la sola forza di pressione d'un' acqua stagnante si è quella,

la, che si esercita contro le porte, e che si calcola dal Signor Belidor nel modo divisato.

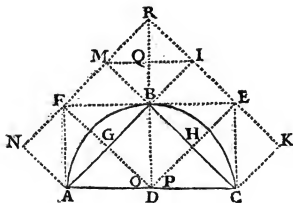
Ed in acqua corrente.

Altri sostegni poi si veggono piantati ne' canali di fiumi correnti, o delle loro diramazioni, come nella Brenta di Venezia, ne' Naviglj di Milano ec., per impedire e regolare le loro precipitose cadute, e dare comodo passaggio alle barche. E quì è dove le porte de' sostegni soffrono doppia forza contraria; l'una proveniente dalla pressione dell'acqua più alta da un lato e sostenuta; l'altra conseguente dal continuo percotimento della corrente, la quale va a sfogarsi dal labbro delle porte nell'inferiore ricettacolo del sostegno: e da questa seconda forza non considerata dal Belidor, può e dee alterarsi tutto quel vantaggio, ch'egli attribuisce all'angolo retto del congiungimento delle porte, a preferenza dell'angolo ottuso.

Seconda forza non considerata dal Belidor.

Teoría della semplice pressione non applicabile al caso delle due forze cospiranti.

I. Perchè con tale congiunzione di forze non potrà egli dimostrare giammai che nella posizione dell'angolo retto il carico di pressione e di percossa, che soffre ciascuna porta, *venga distribuito sulli punti d'appoggio nella maniera più vantaggiosa; e che le forze* M B, I B, *metà di questo carico, trovandosi nella direzione medesima delle porte costituite ad angolo retto, le spingano secondo la parte, ove il* le-

legno ha più di forza per resistere, che è quella della direzione delle fibre. Nè in oltre potrà egli assicurare nel suo calcolo, che *l'opposizione diretta delle potenze* MQ, IQ *spinga le facce delle due teste delle porte serrate ad angolo retto, ad applicarsi l'una contro l'altra con il più intimo e forzoso congiungimento*. Ma coteste teorie, comunque derivate da un principio certo, com'è nel caso nostro la legge della pressione dell'acque; non pertanto assai volte non corrispondono all'effetto dimostrato; perchè a variarne il medesimo concorrono molte altre cagioni, dalle quali si fa precisione nel calcolo. In fatti le due forze di pressione e di corso d'acque, che nello stesso tempo agiscono contro le porte con direzioni diverse, le irregolarità della corrente più veloce nel mezzo del canale che presso alle rive, e le sue incidenze obblique nelle due ale inclinate del sostegno, ed i ribalzi dell'acque, ed i vortici ancora nel seno degli angoli de' cardini, e tant'altre svariate direzioni, non potranno giammai risolversi in una forza e direzione composta, dalla quale si deduca la preferenza de' mentovati vantaggi dell'angolo retto sopra l'ottuso.

II. Se al corso d'un canale, per sostenerlo in maggiore altezza, si contrappone il sostegno delle due porte unite ad

ad angolo retto piuttosto che ottuso; le facce delle due porte avranno maggiore lunghezza e superficie, e per conseguenza soffriranno maggior carico delle due forze cospiranti: onde quanto si guadagnerebbe da un lato, altrettanto si perderebbe dall' altro.

III. Quando poi avvenga che l'acqua corrente debba traboccare dalla sommità delle due porte unite; egli è manifesto che quanto più ottuso sarà l' angolo del congiungimento, e più si accosteranno le due porte alla linea retta; tanto più uniforme, e meno da' due lati contraria sarà la caduta dell' acque nella vasca.

Preferenza dell' angolo ottuso.

Per tutte queste ragioni la più sicura regola degli Architetti è quella di consultare, non solamente l' astratta teoría, ma la continuata sperienza, colla quale gli uomini di tempo in tempo hanno migliorato gli artefatti de' primi inventori, adattandoli al contemperamento di tutte le cause concorrenti, ch' eglino nella loro teoría non iscopersero; e però la pratica universale de' sostegni de' canali d'acqua corrente di Milano, della Brenta, di Linguadocca e de' Paesi Bassi ha preferito l'angolo ottuso al retto, per conseguire ancor l'altro vantaggio di ristrignere la maggior lunghezza delle due porte e la troppa loro portata, come si è detto altrove, e per accostarle, per quanto si può, alla linea retta. Questa considerazione è così rilevante, che dove il canale da chiudersi col sostegno fosse di troppa larghezza, le due porte si costituiscono senz' angolo in linea retta, per abbreviarne quella maggiore lunghezza, che risulta dal loro congiungimento angolare. Tali sono le porte del sostegno di Governolo sul fiume Mincio, per renderlo navigabile, e dare la salita e la discesa alle barche. Questo celebre sostegno, che forma il transito delle barche, occupa colla sua vasca la metà della sezione del Mincio; e per l'altra metà, dov' è situata la chiusa, scorre il fiume, e si sfoga e cade da due inferiori scaricatoj, li quali volgarmente si chiamano *occhi*. Le porte da chiudersi ed aprirsi al passaggio delle barche, sonosi riservate solamente a quel canale, per do-

Esempio del Sostegno di Governolo.

ve le barche o salgono o scendono nel loro viaggio; e quindi un massiccio muraglione nel mezzo del fiume divide un canale dall' altro, cioè il canale della montata e discesa delle barche, dal canale, dove il fiume decorre a sfogarsi dalla chiusa, la quale al tempo stesso lo sostiene, e gli dà lo scarico. Le porte, che nel secondo canale danno il passaggio alle barche, non fanno altro officio che o d'impedire col loro chiudimento che nella vasca non trascorra se non quella porzione d'acque, che si vuole e basta, ovvero di alzarla col loro aprimento al livello comune del fiume superiore alla chiusa; come diremo in seguito, dichiarando più minutamente il dettaglio di questo passaggio. Nè in questo sostegno di Governolo l'acqua del fiume è obbligata a traboccare e rovesciarsi dalla sommità delle porte, come negli altri sostegni; giacchè tutto il Mincio può volgersi senza ostacolo per l'altro contiguo canale proporzionato al suo corpo. S' avvidero però gli Architetti che la soverchia larghezza della sezione, ove si dovevano piantare le porte, non poteva permettere che se ne accrescesse in oltre la lunghezza delle medesime, per congiungerle ad angolo quantunque ottuso: questa sarebbe riuscita di troppo impedimento al loro maneggio. Sonosi adunque adattate le porte in linea retta nel loro chiudimento; ed acciocchè non fossero forzate e dalla pressione e dalla corrente a piegarsi nel mezzo, oltre la soglia attraversante il fondo, colla quale contrastano, vengono sostenute nelle parti più alte da ordigni di travicelli, e da catene di ferro, le quali impediscono qualsisia menomo piegamento, che le sforzi ad oltrapassare la linea retta del semplice congiungimento: tanto più che in questo caso tutto il Mincio divertito nel canale laterale, non fa violenza alle porte chiuse, per trovarsi il passaggio. Ho fatto quì questo cenno per dinotare soltanto, che il maggiore accorciamento della lunghezza delle porte è sempre preferito dagli Architetti, ogni qualvolta si debba da essi determinare la loro riunione o ad angolo ottuso, o anco a nessun angolo ed in linea retta.

Preferenza della minore lunghezza delle porte.

PRO-

PROPOSIZIONE VII.

Ne' canali, ove la corrente non può altrimenti sfogarsi che dalla sommità delle porte chiuse, come ne' Naviglj di Milano, di Modena, di Reggio e della Brenta di Venezia, la riunione angolare delle porte del sostegno prevale al semplice loro congiungimento in retta linea.

Congiungimento angolare delle due porte il più idoneo a sostenere la corrente.

SIccome in questo caso le porte vengono forzate all' aprimento da doppia forza e di pressione e di spinta della corrente; così la posizione angolare, che vi si contrappone nel sostegno dell' acque, è la più idonea ad accrescerne la resistenza: sì perchè il punto angolare, ove si fa il più stretto combagiamento delle porte serrate, si cambia in un nuovo punto immobile d'appoggio delle medesime, pel contrasto reciproco, ch' esse si fanno a qualsivoglia menomo arrendimento; e sì ancora perchè le parti di ciascun braccio della porta hanno minore distanza da' suoi rispettivi appoggi, e però meno prevale sulle medesime la forza contraria della pressione e dell' urto dell' acqua corrente, la quale è costretta ad incamminarsi tutta verso il sostegno, ed a scaricarsi dalla sua sommità.

PROPOSIZIONE VIII.

In somiglianti canali l'angolo del congiungimento delle porte quanto sarà maggiore del retto, tanto più validamente le teste delle due porte saranno spinte a tenersi serrare nell' angolo ottuso dalla maggior forza dell' acqua corrente, la quale va a sfogarsi ed a cadere dalla sommità del loro sostegno.

IL Signor Belidor, come abbiamo riferito nel Corollario IV. della Proposizione V., aveva preferito l'angolo retto all' ottuso pel vantaggio *che la maggiore lunghezza*

delle

delle porte nel primo caso le faceva incontrare pressione maggiore, la quale nella stessa data altezza dell' acque cresce a proporzione della superficie, ed esercita la sua azione verso ogni parte; e per conseguenza le porte sono pressate a tenersi unite da forza maggiore nell' angolo retto che nell' ottuso. Così egli. Ma delle due forze cospiranti al congiungimento angolare delle porte del sostegno, quanto scema la prima, ch' egli quì unicamente considera, e che ha luogo nell' acqua ancor stagnante, cioè la semplice pressione nell' angolo ottuso; tanto cresce l'altra dell' impressione dell' acqua corrente contro le medesime. Imperocchè le direzioni dell' acqua d'un canale, che è in corso, essendo tutte paralelle alle sponde, vanno a battere ed a percuotere la faccia delle due porte con incidenze, le quali tanto più si accostano alle perpendicolari, quanto più l'unione delle medesime si avvicina alla linea retta, e quanto maggiore è l' angolo ottuso; e quindi la misura della loro impressione e percossa si fa sempre maggiore, e si accosta alla massima: e però non può affermarsi generalmente che nell' angolo retto dalle due forze cospiranti si faccia un più stretto combagiamento delle porte del sostegno, di quello che succeda nell' angolo ottuso, nel quale abbiamo in oltre un altro più rilevante e pratico vantaggio del maneggio delle porte, quando si vogliono aprire al passaggio delle barche. Imperocchè riempiendosi in questa occasione la vasca nel modo che diremo, e sollevandosi quivi il pelo dell' acqua allo stesso livello del canale superiore, cessa bensì la forza della pressione da un lato; ma il movimento circolare delle porte su' loro cardini si rende tanto più contrastato, quanto maggiore è la lunghezza delle medesime; come sempre avviene nell' angolo retto.

Congiungimento ad angolo ottuso il più stretto in acqua corrente.

PRO-

PROPOSIZIONE IX.

Determinare la quantità dell' angolo ottuso il più perfetto, che possa darsi al congiungimento delle due porte del sostegno.

LA risoluzione di questo problema si riduce tutta a moderare gli eccessi delle parti, che ne compongono il sostegno, sicchè e tutte cospirino al più pronto passaggio delle barche, che è l'oggetto primario, ed una parte non sia più vantaggiata a pregiudicio dell' altre. Imperocchè la quantità maggiore dell' angolo ottuso diminuisce bensì la lunghezza delle porte, ed il contrasto con il maggior corpo dell' acque nell' aprimento; ma se la corrente da sostenersi fosse più valida, le impressioni sue meno obblique sulle porte, farebbero guasto maggiore nel sostegno, e di minor durata lo renderebbero. Se all' opposto l'angolo ottuso del chiudimento si facesse troppo minore, e si accostasse al retto; la portata delle porte più s'allungherà, e maggiore scommozione d'acque farà il loro rivolgimento su' cardini nell' aprirsi, e farà d'uopo di forza d'argani, con grave perdita di tempo in ogni passaggio delle barche. Adunque, dopo aver dimostrato di sopra che generalmente la posizione delle porte ad angolo ottuso è la più idonea, il problema si risolve nella sola ricerca della quantità di quest' angolo ottuso, come la più confacente alle circostanze appropriate a ciascun canale, dove voglia fabbricarsi il sostegno; e questa risoluzione più che dalla teoria, dipende dalla sperienza e dalle osservazioni: tanta è la varietà de' casi, li quali si avviluppano; o sia perchè le acque si debbano sostenere dalle porte a maggiore altezza; o sia perchè la corrente veggasi assai più valida in un canale che nell'altro; o sia perchè s'incontri la sezione del sostegno più o meno larga; o finalmente perchè l'acqua del fiume o canale trabocchi e si sfoghi unicamente dal labbro superiore delle porte serrate, ovvero s'incammini per altro contiguo

Ragguaglio degli eccessi e de' difetti.

Sperienza sola da consultarsi.

tiguo canale, ſenza troppo violentare le porte. Tutto queſto concorſo di circoſtanze dee valutarſi dall' Architetto nella determinazione della quantità dell' angolo ottuſo, che ſi contrappone al ſoſtegno dell' acque o correnti o ſtagnanti.

Il Signor Belidor nel ſuo libro 1 dell' Architettura Idraulica al capo 5 afferma che l'angolo ottuſo delle porte il più confacente ſia quello di 135 gradi, cioè del valore di tre quarte parti della ſomma di due retti. Il ſuo calcolo è fondato e ſul mezzo il più geometrico per la lunghezza delle porte, procedendo dall' angolo retto fino al più piccolo, che termina a zero; ed anco ſul vantaggio di far naſcere nelle altre parti modificazioni più convenevoli. Ma ſe io conſulto la ſperienza, trovo che queſta regola non può applicarſi a qualſivoglia ſoſtegno. In fatti ne' ſoſtegni tutti, quali abbiam ſotto l'occhio, de' canali navigabili di Milano, di Reggio e di Modena, oſſerviamo bensì una grande uniformità nella determinazione d' un angolo maggiore del retto; ma allo ſteſſo tempo c'incontriamo in molta difformità dalla regola del Belidor, e ciò a fine di contemperare i vantaggi co' ſvantaggi d'un angolo più o meno ottuſo nelle diverſe circoſtanze e qualità de' canali. Dove una corrente maggiore del fiume va a percuotere le porte ſerrate, ed a ſcaricarſi dal ciglio delle medeſime, oſſervo che l'angolare chiudimento rimane molto all' indietro delle tre quarte parti della ſomma de' due retti; e lo oltrepaſſa, dove la corrente ha lentiſſimo movimento: ed in tanti moltiplicati ſoſtegni del noſtro Naviglio, che decorre per la Foſſa interiore della Città, e va a ſcaricarſi dal tombone, come dicono, oſſia ſoſtegno di Viarena nel Ticinello; io veggo una gran difformità di queſto angolo ottuſo delle porte, dove le circoſtanze ſono diverſe, o di minore peſo d' acque da ſoſtenerſi, o di caſcata aſſai breve dal ciglio delle porte; in guiſa che in qualche ſituazione la divaricazione de' lati di queſt' angolo ottuſo poco ſi diſcoſta dalla linea retta.

Quantità dell' angolo ottuſo determinata dalle circoſtanze.

Con-

Conchiudo pertanto che la più precisa determinazione della quantità di quest' angolo in qualsisia sostegno non siasi fatta la prima volta, come di gitto, e sulla norma di qualche teoría, ma piuttosto migliorata nel progresso, ed adattata a quel risultato d'osservazioni, le quali si fecero nell' uso del primo passaggio delle barche, ed al più giusto temperamento di tutte le circostanze favorevoli e contrarie di ciascun particolare canale: nè io posso in questa parte dare altra regola agli Architetti che quella di non dipartirsi dalla pratica autorizzata da più secoli nel risacimento de' vecchi sostegni; ovvero, quando occorra di fabbricarne de' nuovi in altri canali recentemente aperti, ne' quali non sia preceduta altra sperienza, consiglio di bene studiare la situazione di altri sostegni già posti in opera in canali simili, e di trasferirla al nuovo sostegno, purchè il concorso delle circostanze sia in amendue uniforme.

PROPOSIZIONE X.

Le porte delle chiuse, non solamente debbono avere l' appoggio immobile nel reciproco contrasto dell' angolo del chiudimento; ma alla loro fermezza giova che sul fondo del canale sieno munite di soglia resistente in tutta la estensione della loro angolare posizione.

Soglia alle porte della Chiusa.

LA ragione si è, perchè la forza della pressione dell' acqua va sempre crescendo secondo l' altezza dalla sua superficie fino al fondo, ov' è la massima, la quale agisce contro le porte più validamente in quella parte, che è più vicina al fondo. Adunque, acciocchè l' acqua sostenuta non si apra violentemente la via a farsi di sotto alle porte l' uscita, scalzando il fondo medesimo, egli è necessario che cotesto piano del fondo sia ben stabilito con quadroni di pietre massicce, dal quale si sollevi ancora un risalto di piano solido angolare, a guisa d' appoggio immobile alle porte, quando si chiudono

no e sostengono tutta l' altezza dell' acqua corrente.

COROLLARIO.

L' azione, ovvero la spinta dell' acqua contro le porte curve è la medesima che quella contro le porte rette, in parità di tutte le altre circostanze. Imperocchè risolvendo la curvatura delle porte in piani infinitamente piccoli, il risultato di tutte le spinte dell' acqua contro li medesimi, li quali costituiscono la curvatura delle porte, è sempre uguale a quello, che risulterebbe da due piani egualmente inclinati allo stesso comune punto d'appoggio, che gli unisce all' angolo ottuso: ciocchè ancor più chiaramente si è dimostrato dalla sperienza, che ha indotti gli Architetti ad abbandonare le porte curve, le quali nell' esecuzione erano sottoposte a maggior travaglio e spesa.

CA-

CAPO VI.

Del passaggio delle barche per le porte del Sostegno.

Ono, come si è detto, i sostegni una specie di cateratte manofatte, da aprirsi e chiuderſi a piacimento, e mantengono la navigazione in que' canali o fiumi, ove questa sarebbe impraticabile o per la scarsezza dell' acque, o per qualche precipitosa caduta del fondo non equabilmente continuato. Nel primo caso il sostegno obbliga le acque ad alzarsi di pelo fino a quel segno, che può soddisfare al bisogno della navigazione; e quindi, come abbiam detto già col Guglielmini, *con debolissimi corsi d' acqua si possono fare canali navigabili da ogni sorta di barche*. Nel secondo caso il sostegno medesimo, e l'artifizioso aprimento e chiudimento delle sue porte conduce agevolmente le barche o a salire da livello più basso dell' acque al più alto, ovvero da questo a scenderne senza il menomo disagio o pericolo nella caduta, in che s'incontrano del canale, e senza punto alterare al tempo stesso il livello dell' acqua corrente, quale fa bisogno alla navigazione. E quantunque fino da più secoli nella Lombardia nostra siasi già reso famigliare un accoppiamento d'effetti così ben congegnati all' uso della navigazione; non pertanto io ne verrò qui sponendo l'artifizio, sì perchè di tutto quello, che cade continuamente sotto gli occhi, se ne trapassa senza considerazione il più bello e più recondito della invenzione; e sì ancora perchè ad uno Scrittore Italiano, più che ad ogn'altro, conviene l'illustrare, se può, quelle arti, le quali sono nate e cresciute nel suo clima, e quindi trasportate poi a' paesi più remoti.

Due fini ed usi primarj del Sostegno.

SOM-

SOMMARIO.

Prima maniera di votare e di riempiere la vaſca di una conca per mezzo degli uſcioli ne' due ordini delle porte. Seconda maniera introdotta dall' Architetto Meda nella conca del Naviglio di Paderno col ripiego della conca laterale. Alzamenti uguali d'acqua nel riempimento, ed abbaſſamenti ſempre minori nello ſcarico. Più preſtamente ſi vota una vaſca di ſoſtegno, di quello che ſi empia. Altezza del ſecondo ordine delle porte uguale a tutta la caduta. Partito del Meda, ove l'altezza della caduta è aſſai grande. Sfogatore ſuperiore al primo ordine delle porte, e ſuo uſo. Variazione del ſito della chiuſa, e perchè. Vaſca di profondità di 28 braccia. Come ſe ne faccia il riempimento in breve tempo, ed in più breve tempo il votamento. Variazione poſteriore dal diſegno antico del Meda. Se la profondità di 28 braccia ripartita in altre quattro conche concorra al più pronto paſſaggio delle barche, di quello che accaderebbe in una ſola conca di tanta profondità. Invenzione del Meda non conoſciuta univerſalmente. Differente ſcopo di chi ſcrive per ammaeſtramento de' poſteri, e di chi ſemplicemente eſeguiſce. Cautela ed anzi neceſſità nell' eſecutore di ſcanſare l'opinione comune contraria. Conche accollate ſe concorrano al più pronto paſſaggio delle barche.

PROPOSIZIONE I.

Con quale artifizio coſtrutte ſieno le vaſche de' ſoſtegni; e con qual ordine ſi aprano alternatamente e ſi chiudano le loro porte pel paſſaggio delle barche.

RApporto quì la deſcrizione, che ne fa brevemente il Guglielmini, riſerbandomi a ſoggiugnere altre acci-

cidentali differenze, le quali hanno una connessione necessaria alla varia qualità de' sostegni e de' canali. *Sono composti*, dic' egli, *li detti sostegni di due ordini di porte, ognuno de' quali serra attraverso tutto il canale; e sono distanti l'uno dall' altro, quanto basta per dar luogo libero nel sito di mezzo ad una o più barche, rispetto tanto alla lunghezza, quanto alla larghezza delle medesime. Essendo chiuse le porte superiori, l'acqua al di sopra di esse resta elevata a quel segno, che si desidera, ed al di sotto resta bassa più o meno, secondo le circostanze; e lo stesso succede, quando aperte che sieno le porte superiori, restano chiuse le porte inferiori: di modo che nel sito compreso fra li due ordini di porte, il quale de' essere fortificato di muro, l'acqua ora si trova alta, ora bassa, con quella differenza fra l'altezza e la bassezza, che porta la caduta del sostegno*. Per caduta del sostegno dichiara il suo Annotatore Manfredi che s' intende l'altezza del pelo d'acqua del canal superiore sopra il pelo d'acqua dell' inferiore, ossia il fondo dell' uno e dell' altro canale tutto in un piano, o in diversi piani; giacchè nell' uno e nell' altro modo si possono fare i sostegni. *Da ciò deriva che, entrata che sia una barca nel sostegno, quando le porte inferiori sono chiuse, ed aperte le superiori*, (il che porta per necessità che il pelo dell' acqua del sostegno stia in quel tempo a livello colla superficie del canale superiore) *si possono di poi chiudere le porte di sopra, impedendo l'affluenza di nuova acqua nel sostegno medesimo. Indi scaricando regolatamente l'acqua racchiusa fra le porte, si viene a poco a poco ad abbassare il di lei pelo, sino ad equilibrarsi con quello del canale inferiore; ed allora aperte le porte di sotto, si lascia luogo alla barca di proseguire il suo viaggio. In modo contrario si dà il passo dalla parte inferiore del canale alla superiore: posciachè introdotta la barca nel sostegno, trova in esso il pelo dell' acqua assai basso, comechè le porte superiori impediscono che l'acqua del canale più alto non vi entri. Chiuse poi le porte inferiori, ed introdotta con regola nuova acqua nel sostegno, questa a po-*

Costruzione de' Sostegni descritta dal Guglielmini.

 co

co a poco va elevandosi di superficie, e solleva la barca, finchè equilibratosi il pelo del sostegno con quello del canale di sopra, si aprano le porte; e la barca uscendo dal sostegno, ripiglia il suo cammino.

Fin quì il Guglielmini succintamente, quanto basta alla sostanza dell' artifizio. Rimangono però alcune particolarità da dichiararsi, per ciò, che concerne la pratica. Primieramente si cerca in qual maniera o si voti la vasca per dar luogo all' aprimento delle porte inferiori, o si riempia per dar l'uscita alle barche dalle porte superiori. Imperocchè gli è certo che l'aprimento di ciascun ordine delle due porte non può farsi assolutamente, finattanto ch' esse rimangono fra due acque di differente livello: allora la pressione dell' acque superiori più alte contro le porte ferrate, non potrebbe superarsi da altra forza contraria. Varie pertanto sono le maniere o di riempiere la vasca, o di votarla, sicchè si riduca o al livello più basso dell' acqua inferiore del canale, ovvero al livello più alto delle acque superiori; onde ne segua l'equilibrio tra le pressioni contrarie, e se ne distruggano le forze, e le porte restino indifferenti a qualunque movimento.

Prima maniera di votare o di riempiere la vasca.

Adunque al rialzamento dell'acqua nella vasca interposta, ovvero al suo abbassamento, la prima maniera assai conducente fu quella di costruire ne' due ordini delle porte più inferiormente due altre porticelle, le quali si aggirano nel loro mezzo su due perni, e dalla medesima pressione dell' acque restano equilibrate in parti contrarie tra' due lati, e quindi a qualsisia semplice percossa o impulso cedono facilmente, ora in una parte aprendosi, or in altra chiudendosi.

Usciolì aperti nelle porte medesime.

Perciò al riempimento della vasca si chiudono nell' ordine inferiore delle due porte le più basse porticelle, e si aprono nell' ordine superiore; onde l'acqua del canale incalzata dal peso maggiore ad esse sovrastante, vi entra con impeto, e riempie e rialza il pelo dell' acqua nella vasca fin presso alla sommità delle due porte superiori, le quali allora per l'equilibrio delle pressioni contrarie si arrendono ad una mediocre forza, che le apra, perchè

chè la barca profegua il fuo corfo. L'abbaffamento poi della vafca fuccede in modo contrario. Si chiudono non meno le due porte fuperiori, ma le fue porticelle ancora; e quefte intanto di fotto il pelo alto dell'acqua fi aprono nelle due porte inferiori, le quàli dietro all'ufcita violenta dell'acque, ed al votamento della vafca ridotta al medefimo livello dell'acqua inferiore corrente, non refiftono più al loro intero aprimento. Tutto quefto intreccio d'operazioni ne' due antichi noftri Naviglj di Milano fi efeguifce affai preftamente da' barcaiuoli medefimi nella montata delle barche e nella difcefa.

Seconda maniera introdotta dall' Architetto Meda nelle Conche di Paderno.

La feconda maniera è quella, che fu introdotta già dall' Architetto Meda nel fuo primo difegno delle conche del Naviglio di Paderno, che in oggi fi conduce alla fua perfezione. Le portine, le quali o dieno lo fcarico alla vafca di mezzo pel fuo abbaffamento, ovvero v'introducano le acque pel fuo riempimento; quefte portine, diffi, non fono già inneftate nell'ordine fteffo delle due più grandi porte del foftegno o fuperiori o inferiori, come abbiam detto fin quì; ma fi aprono nello fteffo muraglione, che divide la vafca da un capace canale laterale, il quale può ricevere tutta l'acqua del Naviglio di fopra del foftegno, e fcaricarla a piacimento o nella parte più baffa del canale di là dal foftegno, ovvero nella vafca medefima. Se fi dee fare il votamento della vafca, fi apre il fuo grande sfogatoio in Adda, il quale preftamente conduce le fue acque a sboccare di là dal foftegno nel continuato canale più baffo di livello, dove fi debbono tragittare le barche: fe vuolfi fare il fuo riempimento, fi chiude con cateratta lo sbocco di cotefto canale di fianco, a fine di volgere tutta l'acqua del medefimo per quefte portine all' alzamento del pelo d'acqua nella vafca. Le portine poi fono coftituite nello fteffo muraglione a diverfi ordini di livello, a fine di fervire più facilmente alle operazioni contrarie o di carico o di fcarico.

PROPOSIZIONE II.

Il riempimento della vascà si fa con eguale celerità primachè l'acqua del sostegno col suo pelo si alzi alla soglia delle portine, ovvero degli sfogatoj laterali, da' quali, come abbiam detto, si scarica l'acqua del canale nella medesima vasca: ma sormontando quivi l'acqua la soglia delle portine, la celerità della sua uscita e del riempimento sempre più si va scemando, quanto minore è la differenza de' peli.

Alzamenti uguali d'acqua nel riempimento della vasca fino alle foglie delle portine.

QUesto effetto si rende palese e dalla sperienza e dalla ragione. Imperocchè finattanto che l'acqua del canale superiore si sfoga liberamente per le note aperture, scarica nella vasca in tempi uguali quantità uguali d'acqua, ed il riempimento si fa uniforme: ma tosto che il pelo dell' acqua nella vasca si fa più alto della soglia delle portine, ne contrasta sempre più l'uscita dalle medesime; e la differenza de' peli ne diminuisce non meno la velocità che la copia; e quindi in tempi uguali non si fanno più gli alzamenti di prima.

COROLLARIO I.

Di quì ne nasce, come osserva ancora il Guglielmini, che sul principio del riempimento de' sostegni si vede un continuo bollimento d'acqua composto di vortici d'ogni sorta, da' quali assai volte si scuote la barca, e si aggirerebbe, se non fosse legata a qualche luogo stabile. Questi movimenti sono maggiori, quanto maggiore è la profondità del sostegno, la quale col riempimento si va scemando, e con ciò cessano affatto i risalti dell'acqua irregolari.

COROLLARIO II.

Ad effetto di scansare cotesti violenti scotimenti alle barche sul principio del riempimento, e quando il so-

fostegno ha maggiore caduta, si pratica in alcuni casi di dare minore apertura all'acqua, ch' entra dagli uscioli delle porte, e verso il fine del riempimento se ne accresce l'introduzione; perchè in tal caso diminuita e quasi tolta ogni caduta, si scema l'impeto nel suo ingresso, nè può cagionare moti dannosi.

Introduzione dell'acqua nella vasca con la minore caduta.

COROLLARIO III.

Per questa ragione l'Architetto Meda avendo a fabbricare sostegni di una straordinaria profondità, di 6, di 10 e fino di 28 braccia, quali furono gli antichi sostegni del Naviglio di Paderno e disegnati ed in parte eseguiti dal medesimo, divisò egli il primo, ch'io sappia, la maniera di fare un presto riempimento della vasca, non già dalla sommità delle porte chiuse, nè dalla apertura delle loro porticelle, come si costuma negli altri canali navigabili; ma ripiegando tutta l'acqua del Naviglio nell'altro contiguo canale aperto di fianco alla vasca, e dalle portine disposte nel muro dividente, altre al livello del fondo, ed altre di mano in mano più sollevate fin presso al colmo della medesima; e con questo nuovo metodo d'introdurre l'acqua nella vasca, andò egli acconciamente al riparo di que' nocevoli effetti di caduta, li quali in tanta profondità avrebbero contrastato il passaggio delle barche: imperocchè con tale disposizione l'acqua non cade dall' alto sul fondo della vasca, ma vi scorre dalle portine più basse del contiguo canale, e poscia vi entra dalle più alte, secondando sempre gli alzamenti del pelo d'acqua nel sostegno, fino al suo colmo.

Invenzione del Meda.

PROPOSIZIONE III.

In contraria maniera gli abbassamenti della vasca del sostegno dalla maggiore accelerazione, ch' essi hanno sul principio, vanno gradatamente decrescendo nel fine.

COtesto effetto è conseguente dall' altezza dell' acqua nella vasca, che quanto è maggiore, cagiona più di

Abbassamenti sempre minori nel votamento.

di pressione e di velocità in quella, ch' esce, *secondo la proporzione medesima*, dice il Guglielmini, *colla quale si vota un vaso pieno d' acqua;* come anco è stato dimostrato dal Torricelli e da altri.

COROLLARIO I.

Più prestamente, dice il Guglielmini, si vota una vasca d' un sostegno, di quello che si empia. Nel primo caso del votamento non fa contrasto all' uscita dell' acqua il pelo del canale inferiore, che la riceve, il qual pelo nel suo libero corso poco o niente si altera, e perciò niun impedimento di considerazione apporta all' acqua, ch' esce: laddove nel secondo caso del riempimento del sostegno, qualsisia alzamento del suo pelo nella vasca fa contrasto coll' acqua, la quale superiormente vi entra, e ne cagiona un sempre maggiore impedimento o ritardo.

COROLLARIO II.

Quando l' abbassamento dell' acqua nella vasca fassi dalle portine aperte nel muro dividente il sostegno dal canale scaricatore di fianco, come si è spiegato; può accelerarsene ancora per altro titolo il votamento, attesa la maggiore quantità delle medesime portine situate a differenti livelli, le quali si possono quivi aprire ad uno sfogo più dilatato allo stesso tempo.

COROLLARIO III.

L' acqua nell' uscire dalla vasca del sostegno non può eccitare que' movimenti irregolari, quali abbiam veduto cagionarvi nell' entrare: perocchè nell' entrarvi, col primo impeto della caduta cagiona diverse riflessioni e risalti dalle sponde del sostegno e dalle inferiori porte chiuse e dal fondo medesimo, su cui cade; ma quando esce, si spiana tosto sul pelo dell' acqua corrente del canale inferiore, e si accompagna col suo corso; eccettuatane qualche moderata agitazione sul primo incamminamento di questo sfogo.

PRO-

PROPOSIZIONE IV.

In qualunque paſſaggio della barca, o ſcendendo nella vaſca o ſalendo, l'acqua ſuperiore del canale ſarà appoggiata all' uno o all' altro ordine delle porte del ſoſtegno, dalle quali ſi mantenga al medeſimo inalterabile livello appropriato alla navigazione.

Livello inalterabile del pelo d'acqua nel Canale ſuperiore al Soſtegno.

SE in ogni paſſaggio delle barche ed aprimento delle porte ſe ne derivaſſe alterazione ed abbaſſamento del pelo d'acqua nel canale ſuperiore, la navigazione quivi ſoffrirebbe una troppo incomoda alternativa: la coſtituzione però de' due ordini delle porte è ordinata al ſoſtegno dell' acque allo ſteſſo livello, col chiudimento o delle ſuperiori o delle inferiori; e perciò la ſommità de' medeſimi due ordini dee ſtabilirſi ſempre al livello del pelo del canale ſuperiore. Se la barca vuol ſalire, ſi aprono le due porte inferiori, e dopo l'ingreſſo ſuo nella vaſca, ſi chiudono queſte dietro le ſue ſpalle; ed intanto ſi ſcarica nella vaſca l'acqua corrente, la quale o trabocca dal ciglio delle porte ſuperiori ancor chiuſe, o ſi sfoga dalle portine, e ſe ne fa l'alzamento fin preſſo alla ſommità delle porte ſuperiori, che in queſto ſtato ſi aprono agevolmente. In contraria maniera ſi chiudono le ſuperiori porte, e ſi aprono le inferiori, quando la barca ſcende dal ſoſtegno. In amendue i caſi il canale ſuperiore è ſempre appoggiato o all' uno o all' altro ordine di porte; con queſta differenza che le porte ſuperiori ſituate ſul principio della caduta del fondo del canale, hanno biſogno di poca altezza per giugnere al comune livello del pelo d'acqua del medeſimo; ma le porte inferiori piantate nel fine della caduta, debbono eſſere tanto alte, quant'è l'altezza dell' intera caduta del ſoſtegno.

Dove però coteſte caſcate del fondo del canale ſono mediocri, come nel Naviglio di Bereguardo e nel

Altezza del secondo ordine delle porte uguale a tutta la caduta.

Naviglio della Martesana ed in altri simili, cioè di 2, di 4 braccia o poco più; non parve agli Architetti azzardosa cosa, nè incomoda al maneggio delle porte, che queste inferiormente poste uguagliassero tutta l'altezza della caduta. Ma dove s'incontrarono colla livellazione in profondità molto maggiori, di 10 e infino di 28 braccia, come avvenne all' Architetto Meda nell' antico suo profilo e disegno dell' ultima conca di Paderno; si avvidero immediatamente che una così enorme altezza delle due porte inferiori non era assolutamente adatta nè all' uso ed al maneggio del loro chiudimento ed aprimento, nè alla sussistenza delle medesime porte: ricorse pertanto l'Architetto Meda ad un altro suo ingegnoso ritrovamento. Sul fondo del canale, e nel termine di tanta profondità, dov' erano da situarsi le due porte inferiori, vi costrusse una solidissima e larga volta di tanta altezza, quanta fosse necessaria al semplice passaggio delle barche; e soltanto al vano di questa volta adattò le porte, le quali si alzassero con argani, e si aprissero all' uscita delle barche; ovvero si abbassassero dopo il loro ingresso per fare la montata nel canale superiore. Sopra il piano della grande volta vi fece alzare una fabbrica massiccia di largo muraglione capace di sostenere tutta l'altezza di 28 braccia del riempimento della vasca fino al comune livello del canale superiore, per tragittarne le barche dalle porte aperte di sopra. Per facilitare poi l'abbassamento della vasca all' uscita delle medesime di sotto alla volta, oltre lo sfogo delle portine di fianco, come abbiam detto, disegnò l'aprimento delle porte, le quali chiudevano il grand'arco, non già d'aggirarsi su' cardini, all' uso dell'altre porte; ma da sollevarsi dalla soglia all' insù colla forza de' soliti ordigni e macchine; e con ciò si apriva l'ultimo sfogo all'acque, e l'uscita libera alle barche. Con quest' arte si combinò dall' Architetto che il riempimento della vasca fosse sostenuto al medesimo livello del canale superiore, di dove le barche vi dovevano fare la discesa, senza che l'altezza delle porte inferiori fosse eccedente; ed al medesimo

Ripiego del Meda per diminuire l'altezza del secondo ordine delle porte.

desimo tempo col mezzo degli sfoghi laterali gli fu agevole il presto abbassamento della vasca.

La pianta di questo sostegno profondo fin presso a 28 braccia, fu eseguita dall' Architetto Meda; ed io stesso più volte negli anni addietro l'ho considerata con maraviglia e curiosità, riflettendo quanto innanzi si fosse condotta in que' tempi l'arte de' canali navigabili nella Lombardia nostra. Egli è vero che nè allora, nè poscia fu posto in opera un tale sostegno, nè autorizzato dall'uso e dalla sperienza, che è la maestra di tutti gli artefatti, essendosi abbandonato da tanto tempo il progetto della navigazione per questo canale; il qual progetto si è ripigliato, mentre scrivo, e si sta eseguendo felicemente sotto gli auspicj di S. A. R. l'Arciduca Ferdinando. La costruzione però di questo sostegno di tanta profondità, e del quale non abbiamo esempio, si è in oggi variata, e ridotta alla profondità di sole braccia sette e mezzo, ripartendo la restante caduta in altri tre sostegni, l'uno di sopra all' antico, e due altri al di sotto, e ciascuno di braccia sette e mezzo di discesa. Con ciò si è conseguito che li due ordini delle porte risultino in ogni sostegno d'una moderata altezza, la quale niente contrasti il maneggio ed il rivolgimento delle medesime su' loro cardini, ossia nell' aprimento, ovvero nel chiudimento angolare; come si costuma in tutti gli altri sostegni. Io lodo ed approvo che li moderni Architetti siensi ora conformati alle idee più comuni e praticate; e ben so che nelle opere grandi e pubbliche un saggio Direttore si piega sempre a far scelta di quelle operazioni, le quali e sono egualmente sicure, e meno soffrono di pregiudizio e di contraddizione, eziandio nell' opinione del volgo. Imperocchè chi non sa che a molti faceva un grande ingombro, e quasi spavento la profondità di questa vasca disegnata dal Meda? che il suo riempimento e votamento pareva ogni volta di una durata da non potersi comportare nella navigazione? che in questo passaggio delle barche si figuravano più di pericolo e di azzardo di quello del Capo di buona speranza, e cose

Variazione dall' antico Sostegno del Meda.

Notizia delle prime invenzioni da tramandarsi a' posteri.

cose simili? Di tutte queste dicerse ed eccezioni, le quali sonosi fatte al disegno Meda, io mi fo quì a separarne il vero dal falso; perchè all' avanzamento delle scienze, ed all' ammaestramento de' posteri giova assaissimo che non si seppelliscano nelle tenebre le invenzioni degli antichi, e che anzi si pongano nel giusto loro lume; quantunque la scelta fra due progetti di uguale sicurezza, assai volte venga più regolata dal dettame della prudenza che dall' arte.

PROPOSIZIONE V.

All' uso ed alla sussistenza de' sostegni, massimamente se congiunti con grande caduta, non solamente fa d' uopo di corpo regolato d' acque del canale Naviglio, ma d' uno sfogatoio e diversivo aperto superiormente al primo ordine delle porte, che rimuova dal sostegno ancora quell' eccesso d' acque, che suol essere d' impedimento al più spedito votamento della vasca.

Sfogatore superiore al primo ordine delle porte, e suo uso.

VErrò dichiarando ad una ad una le avvertenze, le quali quì si comprendono. Che da' paraporti più lontani dal sostegno, ed ancora dalla prima imboccatura del canale si debbano sfogare l' escrescenze sue fino a ridurlo ad un corpo regolato d' acque; ciò si è già dimostrato in più guise: rimane a darsi un altro più prossimo provvedimento a' sostegni. Alquanto sopra il primo ordine delle porte sogliono gli Architetti aprire di fianco un canale, dal quale si diverta una parte dell' acque dal sostegno medesimo, per iscaricarla nello stesso Naviglio al di sotto della caduta e del secondo ordine delle porte. Cotesto diversivo ha due grandi vantaggi. Il primo si è d' alleggerire il sostegno d' una parte notabile dell' acqua ordinaria del Naviglio, per abbreviare il tempo dell' abbassamento della vasca nella discesa della barca. Imperocchè appena entrata superiormente la barca nella vasca già colma, e fattone il chiudimento del primo ordine delle

le due porte, l'acqua del Naviglio impedita in parte dal solito suo corso per mezzo del sostegno, si volge pel canale diversivo; ed in questo mezzo si dà luogo al più pronto scarico della vasca per gli uscioli delle porte inferiori, le quali si aprono all' uscita della barca. All' opposto, quando la barca pel secondo ordine delle porte inferiori entra nel sostegno per farvi la montata di tutta la sua altezza; in tal caso dietro al chiudimento di queste porte si vanno aprendo e gli uscioli e le porte stesse del primo ordine, per le quali l'acqua tutta del Naviglio ripiglia il suo corso, e si ripiega nella vasca, e la riempie più prestamente fino al livello del pelo del canale superiore, sul quale la barca esce poi dal sostegno, e prosiegue il suo cammino: sicchè, a dir tutto in breve, il canale diversivo ora diminuendo il corpo d'acque nella vasca, ed ora accrescendolo, accorcia il tempo dell' alzamento della medesima o dell' abbassamento per l'uno e l'altro fine della salita e della discesa delle barche. L'uso maraviglioso di questo sfogatoio, non avvertito da molti, si pratica ne' nostri Naviglj, e segnatamente in quello della Martesana, e più o meno d'acque diverte dal sostegno, a tenore del diverso maneggio de' due ordini delle sue porte; e questo è il primario suo oggetto. L'industria però degli uomini allo stesso tempo ha rivolto il medesimo sfogatoio ad altro uso assai rilevante, qual è quello de' mulini. Imperocchè la caduta stessa, che quivi col Naviglio è comune al canale diversivo, porge il comodo di adattarlo al movimento delle ruote de' mulini, li quali con pubblico vantaggio veggonsi perciò moltiplicati a canto d'ogni sostegno.

Canale diversivo tradotto ad uso de' Mulini.

Che se la vasca interposta tra li due ordini delle porte, avesse una straordinaria profondità, come fu quella di 28 braccia disegnata dall'Architetto Meda nel suo ultimo sostegno del Naviglio di Paderno; in tal caso con nuovo ingegnoso artifizio si aprirà di fianco un altro canale, che faccia tutto da se l'officio e di riempiere il sostegno e di votarlo, con quel metodo, che riferirò nella seguente

PRO-

PROPOSIZIONE VI.

Spiegare il modo, col quale dall' Architetto Meda si adattò il canale di fianco a fare tutto il riempimento e votamento della conca maggiore, di 28 braccia di caduta; e se in più breve tempo per questa sola si possa fare il passaggio delle barche, di quello che sia per farsi per altre quattro conche minori, nelle quali venga ripartita la medesima altezza.

IN questi ultimi tempi, ne' quali si ripigliò il pensiero del nuovo Naviglio di Paderno sull' Adda, un grande contrasto si accese tra' Professori intorno al problema, se lo straordinario sostegno già costrutto dal Meda, ed avanzo dell' opera sua interrotta, avesse a ritenersi tal quale si ritrovava; ovvero se necessario fosse che da questo se ne rimovesse una tanta altezza di braccia 28, e questa si ripartisse in altri sostegni di molto minore profondità per ciascuno; come già di sopra ne ho dato un cenno. E quì è luogo che io riferisca più stesamente qual fosse l'occasione, che mosse l'Architetto Meda al progetto di questo contrastato suo sostegno, e quale fosse la novella sua invenzione per adattarlo all' uso.

Il Meda trasferisce la Chiusa dal Sasso di S. Michele alle tre Corna.

Fino dall' anno 1591 dal Sasso di S. Michele, ov' erasi già cominciata a fabbricare la chiusa in Adda sotto il dominio del Re di Francia, e perciò denominata la *Chiusa de' Francesi*, trasferì egli alquanto inferiormente per tratto notabile il pensiero di piantare la nuova sua chiusa al sito detto volgarmente delle tre Corna, ove l'Adda tra le rupi già si ristringe in una angusta sezione, molto più idonea al minor dispendio d'una chiusa manco dilatata, che allo sfogo delle massime piene, come si è dimostrato.

Dalla situazione della nuova chiusa nell' Adda alle tre Corna aveva in que' tempi l'Architetto scoperta con

la

la livellazione una caduta di braccia milanesi 42 fino allo sbocco del Naviglio in Adda sotto la Rocchetta, dove si faceva rientrare il disegnato canale. Cotesta grande caduta fu ripartita dal medesimo in tre sostegni, ossia conche: la prima di assai mediocre altezza fu da esso piantata in poca distanza dall' incile; ed alla seconda assegnò alquanto maggiore caduta, che non oltrepassava i limiti di quelle maggiori profondità, delle quali abbiamo l'esempio in altre conche: ma alla terza presso allo sbocco in Adda, riservò la profondità di braccia 28. Di quest' ultima io parlerò quì, perchè è appunto quella sola, che ha sorpreso que' pochi, li quali forse non hanno penetrato il suo artifizio ed uso: essendo un dovere d'ogni Scrittore l'additare non meno un qualche traviamento ancora de' grandi Architetti, che le loro lodevoli invenzioni; acciocchè l'esempio del primo non tragga in errore i Professori, e la scoperta delle seconde accresca lume alle scienze.

Invenzione del Sostegno adattato alla profondità della vasca.

Comincio dalle dimensioni di questa vasca. La sua lunghezza è di braccia 70, la larghezza di braccia 12, e ciò che più rileva, la profondità è di braccia 28, che a molti pare esorbitante. La solidità della costruzione di così vasta conca va del pari colla sua ampiezza. Le due muraglie laterali, con quella, che dietro alle spalle sostiene la caduta del canale, sono d'una latitudine, alla quale rare volte se ne vede l'uguale in altre fabbriche; e da cima a fondo furono costrutte di gran quadroni di ceppo vivo intrecciati e commessi in calce. La fronte della vasca è parimente chiusa da una più vasta mole di muro fiancheggiato da due speroni di pietre quadre, li quali poco a poco da' lati più alti si avanzano, e vanno scendendo a scarpa verso il fiume. Sotto questo sostegno di fronte si apre presso il fondo della conca una gran volta, di sotto la quale si disegnò dal Meda il passaggio delle barche da carico o per entrare, o per uscirne e ripassare nell'Adda. Il voltone poi si chiude e si apre con porte incassate nel medesimo muro esteriormente, le quali si alzano e si abbassano colli consueti ordigni.

A

A canto di questa gran vasca, che forma tutto il sostegno, si apre un' altra vasca, ossia canale condotto alla medesima profondità per una gradinata di vivo ceppo, per la quale si scende fino al suo fondo, ove a destra per una gran porta si può ripassare al fondo della conca primaria, ed a sinistra si apre un largo sfogatoio nell' Adda, da chiudersi ed aprirsi a piacimento. La lunghezza della seconda vasca è uguale a quella della primaria; ma di minore larghezza, non essendo questa ordinata a contenere le barche. Il muraglione poi, che divide la conca da questo canale laterale, ha varie grandi aperture, e finestroni graduati a varie altezze, corrispondenti e comunicanti con tutti li successivi alzamenti ed abbassamenti dell' acque del sostegno primario; e dalle aperture di questo secondo canale, le quali giammai si debbon chiudere, qualunque uso si faccia della conca, si carica e si riempie la vasca grande, ovvero si scarica; cioè si carica con l' aprimento delle due porte superiori, dalle quali entra tutta l' acqua del Naviglio nel canale di fianco, e da questo nella vasca, chiusone il detto sfogatoio infimo; e si scarica col chiudimento delle sue porte, che danno l' ingresso all' acque del Naviglio, e coll' aprimento del mentovato sfogatoio a sinistra, che mette foce in Adda.

Vasca, ossia Canale a canto della prima Conca:

Veggiam' ora con quanta facilità, e brevità di tempo segua il passaggio delle barche per una conca di tanta altezza. Cominciamo dal suo riempimento. Abbassate le porte superiori, le quali chiudono la volta dell' uscita alle barche, e serrato lo sfogatoio ultimo, che dal canale laterale sbocca in Adda, le acque sopravvegnenti dal Naviglio si fanno entrare tutte nella bocca riaperta di questo medesimo canale di fianco, il quale dalle sue aperture situate a diverse altezze, le tramanda nella vasca maggiore; e però l' intero corpo del Naviglio, ricco d' acque, quante si vogliano introdurre in questa operazione, e senza la menoma diversione, è destinato a farne il riempimento; e chi calcolasse quante misure d' acqua pas-

Come se ne faccia il riempimento in breve tempo,

paſſino in ogni minuto di tempo per qualunque ſezione del Naviglio, e quante ſieno neceſſarie al totale riempimento della vaſca, ſi chiarirebbe toſto che in pochi minuti il ſoſtegno sarà ridotto al ſuo colmo, oſſia livello del Naviglio ſuperiore, acciocchè la barca poſſa entrarvi pel primo ordine delle porte.

Ed in più breve tempo il votamento.

Per lo contrario il votamento faraſſi ancora più preſtamente, come ſi è detto accadere in tutt' i ſoſtegni. Perocchè entrata per di ſopra la barca nel ricettacolo della gran vaſca già piena, ſi preſcrivono al medeſimo tempo tre operazioni; I. di chiudere il primo ordine delle due porte della conca primaria e della ſecondaria; II. di aprire lo ſcaricatoio piantato al di ſopra del ſoſtegno, per deviare nell'Adda l'acqua tutta ſopravvegnente del Naviglio e ſcaricarla, ſenza permettere nuova affluenza d'acque nel canale laterale; III. di aprire il baſſo sfogatoio ultimo della conca laterale comunicante per le dette aperture colla primaria, affine di ſcaricare nell' Adda tutto il corpo d'acque, che prima riſtagnavano nell' una e nell' altra vaſca. Fatte queſte operazioni, l'abbaſſamento della conca, e la diſceſa della barca ſeguono in breviſſimo tempo, atteſa la rapida velocità dell' acque ſollecitate all' uſcita dalla preſſione di tanta altezza, e computata l'ampiezza delle aperture deſcritte, le quali ſi divorano in ogni momento la copia dell' acque contenute nella vaſca primaria, e giù le tramandano nella ſecondaria a sfogarſi in Adda dall' ultima ſua bocca aperta ſul ſuo fondo, e diretta al fiume principale fuori di tutto il ſoſtegno.

Celerità dell'abbaſſamento della vaſca proporzionale alla preſſione.

Nel tempo medeſimo di queſto accelerato abbaſſamento, e ridotto già il pelo dell' acqua nella vaſca a contraſtar di pochiſſimo l'aprimento delle porte ſotto l'arco e la volta del muraglione di fronte, ſi paſſa ad alzarle coll' uſo dell' argano, e ſi dà tutto l'ampliſſimo ſcarico al reſtante dell'acqua ſtagnante, la quale in una determinata altezza atta a ſoſtenere le barche, ſi riduce ad equilibrarſi col pelo dell' acque correnti dell' Adda;

nel

nel quale ſtato eſcono le barche di ſotto la volta a continuare il loro corſo.

Ed ecco tolto l'ingombro di quella intollerabile tardità, che alla fantasía di molti pareva richiedere il votamento d'una vaſca in tanta altezza: sì perchè l'acqua da ſcaricarſi non è quì nè punto nè poco accreſciuta da quella, che ſopraggiugne, la quale in queſto mezzo ſi diverte ſuperiormente nell'Adda pel noto ſcaricatore, come ſi è detto; e sì ancora perchè la quantità d'acque, ch'eſce dalla vaſca maggiore nella minore, e da queſta per lo sfogatoio in Adda, è proporzionata all'ampiezza degli sfoghi, ed alla velocità proveniente dalla maggiore altezza e preſſione.

Profondità di 28 braccia ripartita in altre quattro Conche,

Anzi mi avanzo a dire quello, che è la ſeconda parte di queſta Propoſizione, cioè che con queſto ſempliciſſimo artifizio in molto minor tempo ſi ottiene il riempimento e l'abbaſſamento della vaſca di tanta altezza, di quello che s' impiegherebbe, ſe la medeſima altezza foſſe ripartita in altre quattro conche minori, o unite e, come dicono, *accollate*, ovvero diviſe l'una dall'altra. La ragione chiariſſima ſi è, perchè l'operazione del riempimento e del votamento quì è ſempre continuata, e tutta ſi riduce al chiudimento, ovvero all'aprimento fatto la prima volta del primo o del ſecondo ordine delle porte e di qualche sfogatoio: laddove, ſe da que-

Meno concorre al più pronto paſſaggio delle barche.

ſta medeſima altezza di 28 braccia ſi doveſſe ſcendere per quattro conche, ovvero per le medeſime ſalire, ciaſcuna delle dette operazioni s'interromperebbe in ogni paſſaggio da una conca all'altra; ed ogni volta converrebbe ricominciarla da capo, con quel maggiore diſpendio di tempo, che ognuno può figurarſi. Imperocchè la cotidiana ſperienza delle noſtre familiari conche c'inſegna che il tempo, quale ſi conſuma in ogni paſſaggio della barca, è quel ſolo, che richiede l'adattamento della conca e delle ſue porte e degli sfoghi al ſuo alzamento o abbaſſamento. Quel più di capacità e di profondità, che può avere, rimane compenſato allo ſteſſo

tem-

tempo dalla maggiore ampiezza ed attitudine degli sfogatoj o de' caricatori proporzionati; e quanto è maggiore la copia dell' acque, che debbono o uſcire o entrare, d'altrettanto è maggiore la velocità e la copia delle medeſime al riempimento o ſcarico. Sicchè, a voler riſtrignere tutto il detto fin quì, egual tempo ſi conſuma dalla barca nella ſalita o diſceſa per una conca minore, che per un' altra il doppio, il triplo maggiore, quando tutto il reſto proporzionato ſia alla riſpettiva grandezza. Dico adunque che il voler ora dividere la profondità di 28 braccia del ſoſtegno antico in altre quattro conche di minore altezza per ciaſcuna, ciò non è altro che volere quadruplicare il tempo, che richiederebbe il ſolo paſſaggio per la primiera conca. Che è quello, che mi era propoſto a dimoſtrare nella ſeconda parte di queſta Propoſizione.

Invenzione del Meda non conoſciuta univerſalmente.

L'origine di queſto popolare adombramento contro il ſoſtegno cotanto profondo del Meda, e l'origine parimente di queſta immaginata malagevolezza nel paſſaggio delle barche, è nata tutta dal non eſſerſi ben compreſo da alcuni l'artifizio della ſua invenzione ben diverſa dalle altre conche che abbiamo. Un chiaro indizio di ciò mi è ſempre paruto quel figurarſi eglino, e dirlo aſſai volte, che i fineſtroni laterali interpoſti tra la conca maggiore e la minore, doveſſero eſſere muniti dagli arpioni, oſſia cardini di ferro, ſu' quali ſi aggiraſſero le porte pel chiudimento o pell' aprimento loro: giacchè da queſta falſa ſuppoſizione argomentano che non ſia mai ſtato poſto in uſo; perchè appunto non vi trovano ora li detti cardini di ferro incaſtrati nel vivo ceppo de' fianchi di dette aperture, per collocarvi le porte o le cateratte.

Che veriſſimo ſia il fatto del non eſſerſi mai poſto in azione coteſto ſoſtegno, io lo concedo; ma non ammetto già la ſuppoſizione, dalla quale ne deducono il fatto ſteſſo. Il Meda giudizioſamente riſparmiò il diſagio di chiudere ogni volta e di riaprire queſte porte laterali in ogni paſſaggio di barca, e riduſſe l'artifizio ſuo a

N mag-

maggiore semplicità e brevità di tempo: volle che rimanessero sempre aperte, o fosse per caricare la conca maggiore o per iscaricarla; e ciascuna di dette operazioni non altro richiedeva che il semplice regolamento della conca minore o pel suo ingresso dell' acque del Naviglio di sopra, o per la sua uscita in Adda dallo sfogatoio di sotto, come si è dichiarato.

Altri poi, a' quali era tuttavia incognita l'invenzione e l'uso di questa conca, presagivano che da così alto sostegno la caduta precipitosa dell' acqua o nell' entrarvi, o nell' uscirne avrebbe eccitati vortici nocivi alle barche, urtandole fra loro con movimenti irregolari e violenti.

Arte di riempiere e di votare la gran vasca senza pericolo di vortici.

Si risponde che quanto celere riuscito sarebbe o l'alzamento dell' acque o l' abbassamento, altrettanto lontano era da ogni minaccia di vortici. Primieramente non è vero che dalla sommità del primo ordine delle porte chiuse vi dovesse traboccare stilla d'acqua nella vasca maggiore per riempierla, com' è costume nell' altre conche; ciocchè avrebbe sollevati vortici pericolosi. Il Meda disegnò che il riempimento di questa si facesse dall' ingresso dell' acqua tutta del Naviglio nella conca minore laterale, dalla quale per le note porte passasse nella maggiore, chiusone però il suo infimo sfogatoio in Adda: e siccome coteste aperture della prima erano a diverso livello proporzionato a' successivi alzamenti della seconda, e tutte operanti da se; così l'ingresso dell' acque in questa facevasi senza caduta dalle porte più basse, e poscia dalle più alte fino al pelo comune del Naviglio superiore, al quale alzavasi la conca maggiore.

Il votamento poi era lontanissimo da' vortici: imperocchè aperto l'infimo sfogatoio in Adda della conca minore, e serrate le altre due porte per di sopra, dalle quali s' impedisse dal Naviglio qualunque nuovo ingresso d'acque, uscivano queste di fianco dalla vasca maggiore, accelerate dalla pressione, e giù per la minore vasca sfogavansi nell' Adda. Accade quì lo stesso effetto,

che

che si osserva in un vaso pieno d'acqua, e che si va votando dalle aperture laterali: li suoi abbassamenti sono prestissimi, e lontani da ogni commovimento, che cagioni ribalzi d'acque e vortici.

Opposero altri che un sostegno della profondità di braccia 28 era senza esempio; che le conche già poste in uso e nelle Fiandre e nell' Olanda e nella Francia, non oltrepassavano al più l'altezza di piedi 8 di Parigi; che l'uscire da questi confini pareva troppo cimento.

Alle invenzioni lodevoli niente deroga la novità.

Si risponde che ancora senza esempio furono li primi modelli de' sostegni, li quali da' nostri Architetti Italiani s'inventarono, e s'introdussero ne' canali della Lombardia per renderli navigabili: che tutte le più nobili invenzioni delle arti, dopo essersene esaminato il sistema delle parti, e la connessione coll' effetto, comparvero la prima volta, e si eseguirono ancora con tanta utilità avantichè ne precedesse l'esempio. Altrimenti a qualunque ritrovamento sarebbesi la stessa eccezione; e noi saremmo sempre privi del frutto, che di secolo in secolo a pubblica utilità vanno producendo li più sagaci ingegni. Se il sostegno del Meda non ritarda, ma anzi accelera il passaggio delle barche molto più di quello, che facciano quattro altri equivalenti sostegni di minore profondità, come si è dimostrato fin quì; a che pro aspettare che ne preceda l' esempio ne' paesi oltramontani per eseguirlo? tanto più che l' invenzione di simil fatta di sostegni è nata nella nostra Italia, e trasferita alle straniere provincie a rendere navigabili li loro fiumi e canali. Anzi l'artifizio di questo sostegno di tanta profondità, poteva a quelle servire di norma a risparmiare la moltiplicità incomoda delle conche ne' fiumi di maggiore caduta.

Ma perchè mai si è ora abbandonato il sostegno del Meda, e si è abbassato riducendolo alla sola profondità di braccia 7 e mezzo, con surrogarvi tre altri sostegni di uguale altezza, ne' quali si è divisa la grande caduta?

 Si

Si risponde che lo scopo d'uno Scrittore e Professore in qualunque genere d'arti è ben diverso da quelle particolari misure, che seguir dee un qualunque esecutore, cui stia appoggiato il carico dell'esito dell'opera a suo costo e pericolo. Il primo è in debito di giustificare le invenzioni delle arti o nuove o antiche, e di sottoporle agli occhi di tutti nel vero loro lume, per non defraudarne la posterità: ma il secondo, qual è un cauto esecutore, non può far a meno di non attenersi stretto alle più usitate maniere nella condotta d'opere grandi e pericolose, affine di mettersi in qualunque evento al coperto di tutte le riprensioni e di tutti gli accidenti inseparabili dalla medesima esecuzione. Imperocchè l'opinione comune, quantunque congiunta con errore, è sempre un nemico irreconciliabile da schifarsi; e chi l'ha favorevole, trova compatimento e patrocinio in ogni disavventura. Qualunque disastro, che per tutt'altra cagione avvenuto fosse ad una barca nel suo passaggio per la conca disegnata dal Meda, sarebbesi tosto riferito dalla contraria prevenzione alla troppa sua profondità; e quindi si correva pericolo che il carico del rifacimento e della sostituzione d'altre minori conche ricadesse sopra quelli, li quali per contratto si erano obbligati alla più facile e sicura navigazione; malagevole cosa essendo che ne' popolari giudicj si separino sottilmente le vere cagioni dalle false. L'esecutore adunque, cui non appartiene la gloria dell'invenzione, camminar dee sopra le vie già battute, sulle quali non merita condanna un qualunque inciampo, che se gli attraversi. Ma chi scrive per ammaestramento de' posteri, e per illustrare le scienze, può disimpegnarsi da queste cautele, e salire più alto a scoprire nuove strade, le quali conducano al proposto fine e più sicuramente e più speditamente. Imperocchè, quantunque sovventemente accada che de' più famosi Architetti rimangano neglette le invenzioni, ed oscurate da' pregiudicj, finchè essi vivono; ne' tempi avvenire però da' più perspicaci e sciolti ingegni si traggono a luce, e se ne am-

Differente scopo di uno Scrittore e di un semplice esecutore.

Opinione comune contraria suol essere di pregiudicio all' esecutore.

ammira il pregio e la ficurezza e l'utilità loro. Certo è che in questo medesimo tempo si è fatta giustizia all' invenzione del Meda eziandio da un celebre Idrostatico Fiammingo il Signor Bisthoven noto a molti, il quale, tre anni sono, cioè nel 1773, essendo venuto in Italia per istudiare sul posto le più belle invenzioni idrostatiche de' canali, delle quali va doviziosa la Lombardia nostra, fu da me consigliato a portarsi al Naviglio di Paderno, per riconoscere la struttura dell' antica conca del Meda prima di quel cambiamento, che meditavasi. Ma quando vide ed esaminò tutta la pianta di questa conca, e l'uso nuovo della laterale minore vasca, e di ritorno a Milano venne meco a nuovo congresso, esclamò dicendo che non si sarebbe mai figurato che in Italia e nello Stato di Milano ne' secoli passati fiorissero Maestri cotanto eccellenti a rendere navigabili canali di straordinaria caduta; e giudicò che la conca di Paderno tanto in oggi combattuta, fosse un capo d'opera nel genere de' sostegni. Ma appunto in quella vetusta età l'arte era giunta al suo colmo dopo le continuate costruzioni di tanti Naviglj e sostegni sul Mincio, sulla Brenta, sul Reno di Bologna, in Pisa, in Modena, in Reggio, in Milano ed in tutta l'Italia, la quale in que' tempi ne aprì scuola e magistero quasi in ogni Città.

Conche accollate:

Pongo fine a questa Proposizione con il quesito, se quando avvenga di doversi moltiplicare le conche, per ripartire in più d'una la caduta del canale, sia preferibile il partito di far uso delle conche *accollate*. Chiamansi così queste, perchè non vanno fra loro disgiunte con qualche intervallo, come interviene alle conche de' nostri Naviglj; ma sono continuate, sicchè l'una si scarica quasi sul collo della seguente, e così via via dell' altre fino ad avere compresa tutta la caduta.

Rispondo che talvolta la necessità o di una caduta troppo rapida in brieve tratto, o di non potervi in altra parte del canale non molto lontana piantarvi con sicurezza il seguente sostegno; la necessità, dissi, può consigliare

 lo

lo spediente di unire in poco spazio una serie continuata di conche, dalle quali si divida la caduta senza interrompimento. Fuora di questo caso assai raro, dico che il progetto delle conche accollate, il quale pare il più speditivo, riesce il più disagiato al passaggio delle barche, quando s'incontrano, ed altre vogliono salire ed altre scendere. La ragione si è, perchè le operazioni della montata e della discesa delle barche sono contrarie, ed i votamenti e riempimenti delle conche non si accordano al medesimo tempo a' diversi passaggi all' insù ed all' ingiù. E siccome li nostri canali frequentati sono da barche, che sempre vanno e vengono per trasporto di legna, vettovaglie ec.; così queste più volte sarebbero necessitate a fermarsi lungamente, per aspettare che quasi finito fosse il tragitto delle altre, le quali sonosi già inoltrate. In fatti le conche accollate ed unite in una continuata serie di tre o quattro, sonosi rigettate dagli antichi. Architetti ne' nostri Naviglj, e segnatamente nel Naviglio di Bereguardo, dove la moltiplicità delle conche avrebbe ritardato il continuato corso delle barche, quando queste nel frequente loro scontro non potessero al medesimo tempo entrare e salire o scendere, come si pratica nelle conche separate con giusti intervalli. Tanto è vero che la sola sperienza è poi quella, che scuopre al teorico le difficoltà, le quali a prima giunta non se gli affacciavano.

Se concorrano al più presto passaggio delle barche.

CA-

CAPO VII.

Dello sbocco de' Canali navigabili.

LO sbocco de' canali navigabili ne' fiumi, quando sia diretto a poter continuare con questi la navigazione, richiede molte altre particolari avvertenze, delle quali io quì ne premetto un saggio nel Sommario, che tosto soggiungo.

SOMMARIO.

Legge generale degli sbocchi de' fiumi insegnata dalla natura, ed applicata a tutti gli sbocchi de' canali artefatti, li quali continuano la navigazione col fiume medesimo, a cui si uniscono. Necessità d'altezza d'acque di ringurgito del recipiente allo sbocco dell'influente, quanto basti al passaggio delle barche. Difetto di troppa caduta dell' antico sbocco del Naviglio di Paderno, corretto recentemente col suo prolungamento. Sbocco imperfetto de' Naviglj di Modena e di Bologna, e necessità di sostegno per regolare la caduta dello sbocco del primo nel Panaro. Esempio dello sbocco del Mincio in Po. Regole degli sbocchi ne' fiumi di corso variabile. Vantaggi di uno sbocco sostenuto dal riparo di un molo prolungato dalla parte del fiume.

PROPOSIZIONE I.

Se il canale Naviglio dopo brieve o lungo tratto della sua diversione dal fiume principale, dovrà rientrare o nell' alveo del medesimo o di altro fiume per continuarvi la navigazione; lo sbocco suo si profonderà artifiziosamente in modo che il suo pelo si spiani

sulla superficie del recipiente, alla quale si congiugne, ed in tale altezza che le barche possano sostenervisi nel loro passaggio.

Legge generale degli sbocchi de' Fiumi,

LA costante osservazione insegna che i fiumi influenti, li quali hanno nel loro sbocco fondo capace di corrosione, e corpo d'acque bastante a scavarselo, non soffrono caduta in questo passaggio; ma se lo profondano e se lo spianano, fino ad unirsi sotto un medesimo livello e colla superficie del fiume principale, ed ancora co' fondi de' proprj letti. Così racconta d'avere sempre osservato il Guglielmini, ove ragiona degli sbocchi de' fiumi; eccettuatone il caso, quando la caduta dello sbocco non si mantenga o dall' arte, o dalla resistenza insuperabile del fondo.

Insegnata dalla natura.

Che poi questa regola generale degli sbocchi venga insegnata dalla natura medesima per rendere navigabili tutti gli sbocchi de' fiumi di maggiore portata o in mare o in altri recipienti, basta che diasi un' occhiata alla maniera, colla quale si vanno essi medesimi preparando l'ingresso. Imperciocchè, se i fiumi, come ho detto, hanno dalla copia dell' acque forza proporzionale allo scavamento, e se il fondo non fa resistenza, quelli non cessano di continuare questo lavoro di scavamento, finattanto che non lo abbiano ragguagliato col fondo del fiume principale o anche del mare, con pochissima differenza di livello di fondo a fondo e di pelo a pelo; e cotesto abbassamento non è solamente un salto, che faccia l'influente, ma una continuata inalveazione di molte miglia, la quale per tutt' i gradi intermedj d'abbassamento lo conduce all' unione del fiume principale. Così il Ticino di Pavia si è talmente scavato il suo fondo in distanza di cinque e sei miglia dal suo congiungimento con Po, che quivi di pochissimo sovrasta al fondo del medesimo, ed eziandio in acque mezzane e basse ne risente i ringurgiti molto lontani dallo sbocco. Il somigliante fa l'Adda, preparando il suo sbocco in Po molte

mi-

miglia prima; e assai più il Po grande, cioè pel tratto di 60 miglia avanti di scaricarsi in mare. Tutti tutti ancor di lontano si preparano lo sbocco e lo spianamento delle cadute; e quanto maggiore è il corpo d'acque, che menano, tanto più anticipato è il profondamento, che si fanno; e per questa ragione tutti gli sbocchi degl' influenti maggiori o in mare o in altri fiumi, sono navigabili, e non intercetti da cadute.

Lo stesso io diceva una volta a' Signori Bolognesi e Ferraresi, quando temevano nel mio Piano che l'unione di tanti fiumi e torrenti nel Primaro, cioè del Lamone, della Quaderna, del Sillaro ec., non incontrasse o capacità sofficiente al corpo d'acque accresciute, ovvero scarico proporzionato dallo sbocco in mare. Qualsisia unione di nuovi fiumi al Primaro si adatta in pochi mesi la capacità col profondamento dell' alveo e dilatamento delle rive, e sempre più spiana il suo pelo al di sotto degli argini suoi; come veggiamo farsi altresì dal Po grande, il di cui pelo ancora nelle massime sue piene, è sempre più basso di quello di tutti gl' influenti. E quanto allo scarico di Primaro in mare, diceva io loro che parimente lo sbocco suo con sempre nuovo profondamento sotto il pelo del mare, si sarebbe accresciuta e pendenza e velocità; come più ampiamente ho dimostrato nelle mie Memorie Idrostatico-Storiche.

Abbassamento artifiziale dello sbocco quando abbia luogo.

Ma nel caso nostro gran differenza dee farsi tra gli sbocchi de' fiumi di maggiore portata, e quelli di minore, come sono tutt' i canali, ne' quali si è derivata quella sola quantità d'acque, che basti alla semplice navigazione. Li primi, ove il fondo non resista, non hanno bisogno di zappatori e di scavamento per toglierne le cadute, ma portano con seco forza a tale effetto; e quanto crescono di corpo, di altrettanto spianano le cadute. Li soli canali navigabili non sono da tanto; e se il fondo, sul quale debbono rientrare nel fiume primario, fosse più alto del dovere, non se lo spianeranno giammai, per adattarselo ad un facile ingresso delle barche.

Per

Per questa nuova difficoltà, che quivi può scontrarsi, si farà con l'arte tutto quello, che suol fare la natura degl' influenti maggiori; cioè il fondo dello sbocco per molto tratto si scaverà a tale profondità, che si unisca col fondo del fiume, dal quale nel suo congiungimento risenta il ringurgito in altezza necessaria al passaggio delle barche in ogni stato d'acque ancor bassissime.

Pericolo di ringurgito delle piene su per lo sbocco.

Sebbene il provvedimento di abbassare il fondo dello sbocco fino a congiungerlo col fondo del fiume, in cui rientra il canale, ci farà incontrare assai volte un' altra difficoltà, alla quale però si andrà al riparo. Può darsi il caso che l'ultimo tronco del Naviglio verso lo sbocco per lungo tratto costituito sia in tale bassezza d'orizzonte che per esso si stendano all' insù i ringurgiti delle piene altissime del fiume recipiente, le quali o sormontino gli argini con rovinose conseguenze, o piuttosto contorcano in vortici le sue acque col contrasto di quelle, che sopravvengono in copia dalla parte superiore del Naviglio; come accade al Naviglio colmo della Martesana, quando s'incontra con una piena di Lambro a Carsenzago, non isfogata da' Custodi pe' suoi sfogatoj: ma il riparo a questo nuovo accidente è facilissimo. L'Architetto dallo sbocco su per questo tratto di canale disegni l'altezza degli argini sempre superiore al pelo delle massime escrescenze, fino a quel limite, dove va a terminarsi il ringurgito, e con quella proporzione, colla quale si va diminuendo; ed in oltre in tempo di piena scarichi di sopra ed alleggerisca, per quanto può, l'affluenza dell' acque superiori, che sopravvengono a cozzare con quelle del ringurgito retrogrado allo sbocco. In tal guisa, eziandio nelle piene, quest' ultimo tronco soffrirà bensì alzamento col fiume medesimo; ma il suo corso sarà tranquillo e moderato, e porterà le barche ad unirsi agiatamente colle massime altezze del fiume.

Altezza d'argini regolata dall' altezza del ringurgito.

Alla circostanza disfavorevole di un ringurgito disteso lungamente su per l'alveo del canale, non soggiace lo sbocco del nuovo Naviglio di Paderno intercetto immedia-

dia-

diatamente da tante vicine cadute e soſtegni, li quali ſormontano il pelo comunque altiſſimo d'ogni piena dell'Adda; e però quì non ſi è praticata altra regola, che quella ſpettante a queſta prima Propoſizione, cioè di abilitare collo ſcavamento manofatto il fondo dello sbocco ad incamminare tutte le ſue acque ſotto il pelo dell'Adda corrente in ogni ſtato.

Vero è che altre difficoltà intorno gli sbocchi ſi riſervano alle ſeguenti Propoſizioni, o ſia quando il fondo dello sbocco troppo reſiſte allo ſcavamento, o ſia quando le ſue cadute ſono troppo vicine allo sbocco, ed è neceſſario o il moderarle o il ripartirle col prolungamento dello sbocco medeſimo nel fiume principale: ciocchè verrò dichiarando e cogli eſempj e colle ragioni idroſtatiche; dacchè queſte ſenza quelli non hanno mai ſcorta ſicura.

PROPOSIZIONE II.

Se lo sbocco del canale Naviglio ancor dopo le precedenti cadute artifiziosamente regolate, conſerverà tuttavia il fondo così alto che non ſi ſpiani e non ſi congiunga con quello del recipiente, nel quale rientra, ſino a riſentirne il ringurgito in altezza neceſſaria al paſſaggio delle barche; in tal caſo ſi prolungherà lo sbocco ſotto le rive dell' alveo medeſimo del fiume principale, a fine di ridurre il di lui fondo allo ſteſſo orizzonte di quello del fiume, per imboccarlo ſotto la medeſima comune ſuperficie.

Difetto di troppa caduta dell' antico sbocco del Naviglio di Paderno.

ABbiamo la prova di queſta regola nel nuovo Naviglio di Paderno, oſſia dell'Adda. L'antico Architetto Meda, come appare dagli avanzi dell'opera ſua abbandonata, aveva dall' ultima grande conca denominata *il Pozzo*, condotto lo sbocco di queſt' ultimo tronco di Naviglio ad unirſi troppo anticipatamente coll'Adda; e quindi a coteſto vecchio sbocco era rimaſta tanta caduta, che l'acqua corrente del Naviglio per la troppa velocità ſi ſarebbe abbaſſa-

ta

ta ſul ſondo dello sbocco ſenza poter portare le barche; ovvero mancando l'acqua ſopravvegnente, lo sbocco rimaneva in aſciutto; come tante volte l'abbiamo oſſervato, prima che ſi poneſſe mano al nuovo regolamento. Ma è regola generale che non altrimenti gli sbocchi de' Naviglj ne' fiumi ſi mantengono navigabili, ſe non quando vi ſi accoſtano con tanta depreſſione di fondo, che l'acqua ſteſſa del fiume ringurgiti ſu per l'alveo dello sbocco fino all'altezza neceſſaria alla navigazione. Pertanto da' moderni Architetti ſi è corretto l'errore del Meda, e ſi è continuato l'alveo di Paderno ſotto le rive medeſime dell' Adda; e pel tratto di alquante centinaia di trabucchi ſi è avuto l'agio di ripartire queſta caduta in due altri ſoſtegni ed in due mezzane cadute, l'ultima delle quali forma propriamente lo sbocco, e va a pareggiarſi col fondo ſteſſo del fiume, cui ſi uniſce ſotto la medeſima altezza di pelo. Con queſto ripartimento di caduta in ogni ſtato d'acque alte, mezzane e baſſe le barche dal fiume entrano immediatamente nello sbocco del canale, e nella vaſca del primo ſoſtegno, dal quale ſalgono all'insù al ſecondo, e proſeguono il loro cammino. In ſomma lo sbocco d'un canale Naviglio dee avere le medeſime condizioni favorevoli alla navigazione, comuni col fiume principale; cioè la ſteſſa depreſſione di fondo ed altezza di pelo d'acqua, anche nello ſtato di magrezza del fiume: altrimenti allo sbocco rimarrebbe incagliata la continuazione della navigazione, che è l'oggetto primario.

Protrazione del medeſimo sbocco, e ſuo congiungimento col Fiume.

Un' altra prova di queſta regola degli sbocchi, e della neceſſità di adattarne l'uſo co' ſoſtegni, ſi può dedurre dal paragone dello ſtato preſente aſſai imperfetto del Naviglio di Modena con quello, a che ora ſi va diſponendo. Queſto antichiſſimo canale ſoſtenuto nelle prime ſue cadute da interpoſti ſoſtegni, finalmente da' mulini della Baſtía, e da queſt' ultimo ſoſtegno per alcune miglia di corſo libero ſi conduce a sboccare nel Panaro; e quì è, dove ſoggiace ad incertiſſime irregolarità. Imperocchè, ſe il Panaro ſempre variabile a guiſa di torrente, trovisi in iſtato

Sbocco imperfetto del Naviglio di Modena:

iſtato di piene altiſſime, il ſuo ringurgito ſu per lo sbocco del Naviglio è talmente furioſo e retrogrado contro il corſo del medeſimo, che per coteſto tratto le barche ſono raggirate in vortici; e dalla Baſtia fino al Panaro è interdetta ogni navigazione in queſto tempo: ciocchè accade aſſai volte. Soltanto quando il Panaro ſi è ridotto allo ſtato d'acque mezzane, ovvero le annuali ſue piene non oltrepaſſano queſto limite, il ſuo ringurgito ſu per l'alveo del Naviglio è favorevole alla navigazione, e ſoſtiene il corſo delle ſue acque, e lo rende equabile e capace di un regolato progreſſo delle barche fino allo sbocco medeſimo, dal quale fanno queſte paſſaggio nel Panaro, quando può continuarſene la navigazione in quello ſtato di pienezza. Ma all'oppoſto, ſe lo sbocco del Naviglio incontra Panaro baſſiſſimo, queſt' ultimo ſuo tronco acquiſta tanta pendenza e velocità, che il corpo delle ſue acque ſi aſſottiglia, e ſi ſpiana ſul fondo, e ſi rende incapace di navigazione.

Sua irregolarità.

A tale incoſtanza è ſtato ſempre ſoggetto queſto canale con danno graviſſimo del commercio fino al dì d'oggi; quando il provido zelo di S. E. il Signor Marcheſe Ippolito Bagneſi Miniſtro di S. A. S. il Duca di Modena, ha rivolte le ſue premure a rimediare a sì antico diſordine con quell' unico provvedimento, che in queſta Propoſizione ſi contiene. Imperocchè allo sbocco del canale Naviglio ho veduto l'anno paſſato alzarſi già un ſoſtegno di grandioſa ſtruttura, munito di doppio ordine di porte, come ſi coſtuma, dal quale ſi regola tutto il corſo ſuperiore, e ſi mantiene ſempre nel medeſimo ſtato d'altezza. Se il Panaro è baſſo, frena il corſo precipitoſo del Naviglio verſo lo sbocco: ſe il Panaro è gonfio, chiude il regreſſo violento del ſuo ringurgito ſu per lo sbocco. Oltre di che le barche giunte a queſto termine, trovano quivi nella gran vaſca del ſoſtegno un aſilo ſicuro all' occaſione delle piene temporanee del Panaro, ſul quale poi riſolvono d'incamminarſi toſto che, calmata la piena, ſi renda il fiume navigabile; ovvero dalla

Coſtruzione di nuovo Soſtegno allo sbocco del Naviglio di Modena.

dalla vasca medesima entrano nel nuovo progettato canale a continuare la navigazione fino alla Mirandola ed alla Concordia; la quale navigazione quanto sia per riuscire d'un indicibile vantaggio a tutto lo Stato Modonese, non è quì luogo di riferirlo.

Naviglio di Bologna, e suo sbocco non continuato in Reno.

Anco il Naviglio di Bologna non va esente dalla medesima imperfezione dello sbocco in Reno, pel quale resta intercetta la continuata navigazione. La Storia della Città di Bologna racconta che l'oggetto di questo Naviglio fino dagli antichissimi tempi fu quello di congiungere la navigazione del medesimo col Reno e col Po di Primaro, e quindi stendere il suo commercio fino al mare Adriatico: il progetto si è eseguito; ma se n'è lasciata una parte da perfezionarsi da' posteri. Lo sbocco di questo Naviglio va a terminarsi in Reno a Malalbergo, ma con tanta altezza di fondo, che anzichè spianarsi su quello di Reno, vi precipiterebbe il canale, se non fosse quivi intercetto da una grande traversa, che chiamano *Cavedone*, dal quale l'acqua tutta si sostiene al solito suo livello, con permetterne soltanto un limitato sfogo ad uso de' mulini. A questo incontro si arrestano le barche per iscaricarle dalle mercanzie, e farne il trasporto sopra altre barche di Reno, le quali al di sotto del Cavedone già disposte sono a continuare la navigazione fino al mare. Di quanto disagio sia questo tragitto, e scarico e ricarico delle medesime merci, ciascuno può figurarselo; e trovandomi io sul posto negli anni passati in occasione di dar esecuzione al mio Piano della generale riparazione alle inondazioni di Reno e degli altri torrenti, ho ricordato più volte a' Signori Bolognesi la necessità di costruire un sostegno a questo sbocco; acciocchè le medesime barche entrando dal primo ordine delle porte nella vasca, quivi potessero farne la discesa per uscire dal secondo ordine delle porte a proseguire la navigazione sul pelo più basso di Reno fino al Po di Primaro ed al mare; e più volte ne ho a' medesimi additato il modo, e disegnato lo scavamento e le argi-

Necessità di Sostegno al passaggio delle barche.

na-

nature per altro brieve tratto di canale, il quale si congiugnesse coll' alveo vecchio di Reno. Ma quantunque il mio progetto abbia sempre incontrato l' approvazione di tutti, non si è punto eseguito per un altro ostacolo, non fisico, ma morale, che negli affari umani suol frastornare tanti pubblici miglioramenti. Quante volte il disordine o aggravio di molti forma il patrimonio di alcuni pochi! La condizione infelice di questo sbocco si è la fortuna ed il traffico di quelli, che trasportano le merci; e tanto basta ad avviluppare sempre più il nodo del problema.

Sostegno del Mincio al suo sbocco in Po.

La medesima provvidenza praticarono gli antichi Architetti de' Ducbi di Mantova, quando disegnarono di condurre il Mincio a congiugnersi col Po grande. Cotesto sbocco incontrossi molto più alto del fondo di Po; e la grande sua caduta toglieva che la comune superficie dell' uno e dell' altro fiume si unisse allo stesso orizzonte ad accompagnare e sostenere le barche nell' ingresso del fiume principale: ma ad abilitarne lo sbocco a questa importante navigazione, si adattò quel maraviglioso sostegno, quale anc' oggidì si ammira, come un ritrovamento, che migliore non ha potuto inventare la posteriore età.

Cadente de' Navigli regolata dal fondo de' Recipienti.

Con questa costante induzione di fatti ho voluto avvertire gli Architetti che, quando disegnano di condurre un canale navigabile o a rientrare nel medesimo fiume, dal quale si è cavato, ovvero ad unirsi ad altro fiume parimente navigabile, non basta che ne sia delineata la cadente dal punto della diversione fino al termine del nuovo canale: ma la medesima livellazione vuolsi portare più innanzi a calcolarla dal fondo stesso più basso del fiume recipiente; acciocchè non meno del corso superiore, che dello sbocco regolate sieno le cadute, e lo stesso fiume col suo ringurgito vada all' incontro alle barche per sostenerle in questo passaggio.

La difficoltà degli sbocchi de' canali regolati nella riunione de' fiumi, donde sonosi derivati, non s' incon-

contra, ove questi già decorrono per basse pianure, le quali di poco sormontano il pelo o de' medesimi fiumi o anco del mare. Per questa ragione li tanti canali dell' Olanda e de' Paesi Bassi vanno ad unirsi l'uno con l'altro, e infino col mare medesimo senza caduta, che ne renda malagevole lo sbocco; perchè tutti camminano quasi nello stesso orizzonte. Non così, quando i canali regolati si derivano dalle situazioni assai alte del fiume sotto le falde de' monti, e debbono sostenersi per molte miglia con un corso equabile, e capace di navigazione: allora è facil cosa il concepire che nel ricondurgli al fiume principale, dove comincia ad essere navigabile, incontrino al loro sbocco troppo grande caduta; come interviene al nuovo Naviglio di Paderno, al quale perciò si è disposto lo sbocco con tre sostegni; ed al famoso Canale di Linguadocca diretto al congiungimento di due mari, più ammirabile nella sua costruzione, che utile negli effetti.

PROPOSIZIONE III.

Lo sbocco del canale Naviglio nel fiume principale non può determinarsi dall' Architetto, se non in situazione, ove il fiume o per se medesimo decorra incassato tra rive stabili, e l'alveo si conservi invariabilmente in una costante direzione del suo filone; ovvero quando con opere manofatte munienti e respingenti sull' una e l'altra riva, se ne impediscano le variazioni della sua inalveazione.

Semplice introduzione di Fiume in un altro ad oggetto di solo scarico.

SE d'altro quì non si trattasse che di unire al fiume principale un qualunque si fosse corpo d'acque, il quale non venga destinato alla navigazione; l'Architetto per questo capo non sarà punto sollecito del sito, ove debba determinarne lo sbocco; e gli basterà d'averne già livellata ed assicurata la cadente per tale introduzione. Imperocchè, o il fiume principale si allarghi soverchiamente

mente in un ampio letto, o si divida in rami, o si ripieghi or in una parte ed or in un' altra, abbandonando una riva colle alluvioni e renai, e scavandosi nuovo letto colle corrosioni dell' altra riva; niente di tutto ciò può ritardare o impedire l' introducimento di qualunque influente nell' alveo del fiume, col quale verrà sempre a congiungersi in qualunque modo attraverso le deposizioni. Con questa facilità nell' inalveazione di tanti fiumi e torrenti, li quali inondavano il Bolognese ed il Ferrarese, ho fatta prestamente l' introduzione del Reno e del Sillaro nel Primaro, e ne ho disegnati gli sbocchi di tutti gl'influenti, senz'altra considerazione, fuorchè quella della cadente proporzionata al corpo d' acque ed alle materie, che conducevano: nè mi sono dato pena di condurre lo sbocco, ove il fiume primario non soggiacesse a qualche incostanza di corso, la quale niente potesse ritardare lo scarico del fiume e l'asciugamento delle sue espansioni; ciocchè era l' unico scopo di questa operazione.

Scelta della situazione del Fiume, ove debba dirigersi lo sbocco del Naviglio.

Ma dove il congiungimento d' un influente col fiume principale voglia ordinarsi alla continuazione della navigazione per lo sbocco medesimo, altre considerazioni più rilevanti si richieggono per determinarne la situazione più conforme al fine, che si è proposto. La massima generale si è che un tale passaggio dallo sbocco al fiume debba sempre mantenere una costante altezza di corpo d' acque, sul quale galleggino le barche, quantunque cariche, e vi galleggino in qualunque stato del fiume, e ne imbocchino immediatamente il filone. Le considerazioni adunque da aversi nella scelta dello sbocco, sono le seguenti.

I. Si preferirà sempre quel tratto d' alveo di fiume, ove decorra ristretto da rive stabili o di sasso o in altra guisa resistenti. La ragione si è, perchè in un alveo regolare e mediocremente più ristretto, il fiume mantiene maggior altezza di corpo d' acque, e la sostiene ancora nello sbocco del Naviglio, in qualunque stato d' acque mezzane e basse.

II. Si farà ſcelta di quel ſito, ove il filone del fiume ſcorra più vicino allo sbocco del canale Naviglio, e vi ſi mantenga ſtabilmente; acciocchè le barche in queſto paſſaggio dal canale al fiume più facilmente e più preſtamente inveſtano il filone, che è *la via della navigazione*: laddove, ſe il filone foſſe troppo diſtante dallo sbocco del Naviglio, le parti intermedie del fiume meno veloci, potrebbero eſſere occupate dalle groſſe materie nel calar delle piene, con pericolo d'interrompere la navigazione.

Regole degli sbocchi diretti ad uſo di navigazione.

III. Non ſi diſegni dall'Architetto lo sbocco del canale navigabile in un tratto di fiume, ove decorra con più rapida corrente, nè ridotto ſia a corſo equabile: molto meno in quella parte, ove poco ſopra vi ſi ſcarichi un torrente. Nel primo caſo le barche dureranno gran fatica a ſuperare la corrente, per volgerſi ad imboccare il canale ſalendo: nel ſecondo caſo ſi correrà pericolo che ſi riempia lo sbocco di materie peſanti, o almeno queſte ſi ammaſſino in quel ſeno di fiume, che forma lo sbocco. Tutto ciò dovrà premeditarſi dall' Architetto molto prima con diligenti oſſervazioni, o trasferendo lo sbocco al di ſopra del concorſo col torrente, ovvero, quando la neceſſità altrimenti preſcriveſſe, accompagnando lo sbocco con un molo di valida coſtruzione, dal quale ſi ribattano le materie nel filone medeſimo a traſportarviſi; come ſi dirà in appreſſo.

IV. Se il fiume o il canale Naviglio di tanto in tanto condurrà gran copia di torbide, come interviene alla Brenta di Venezia ed al Naviglio di Bologna; ſarà facil coſa che l'ultimo tronco dello sbocco, dove ſi riſente il ringurgito, e ſi ritarda il moto dell'acque, ſi riempia da queſte torbide, che calano al fondo. A mantenere adunque coſtantemente ſpurgato queſt' ultimo tronco, gioverà aſſaiſſimo che dall' incile di tanto in tanto s'introduca nel canale quella maggior copia d'acque, la quale, comechè non ſia neceſſaria alla navigazione, ſarà molto idonea a ſcalzare le depoſizioni, ed a tenere ſgombro lo sbocco, ove

Metodo di mantenere sgombro lo sbocco dagl' interramenti delle torbide.

ove più facili si fanno i sedimenti; e molto più se ne conseguirà l'effetto, quando al maggior corpo d'acque si unisca il commovimento artifiziale del fondo con rastrelli e simili strumenti già con esito felice introdotti da S. E. il Signor Cavaliere Agostino Litta nel suo celebre Piano dello spurgamento della Fossa interiore della nostra Città. Quest' avvertenza è necessaria soltanto ne' canali di derivazione, ne' quali s'intromette dall' incile un assai limitato corpo d'acque, che basti a sostenere le barche nel loro corso, ma non già a dissipare le materie, le quali allo sbocco loro si menano, e vi si depongono dal fiume principale. Il Mincio sbocca in Po presso a Governolo di Mantova; ma non di rado egli scarso d'acque, non ha forza di conservarsi aperto lo sbocco navigabile in Po, il quale dagl' interramenti del fiume principale resta impedito per alcuni giorni, finchè sopravvenendo dal Mincio corpo maggiore d'acque, se lo scava e se lo apre alla navigazione.

Direzione dello sbocco a seconda della corrente,

V. La direzione dello sbocco nel fiume non si farà ad angolo retto colla corrente, ma a seconda della medesima, con qualche naturale e comodo piegamento, che non contrasti colla stessa corrente, ma cospiri col suo corso. E perchè cotesta direzione dello sbocco non venga alterata dalle solite incostanze del fiume primario; se ne fisserà lo stabilimento con massiccio accompagnamento di resistente molo. Questa cautela si è già prevenuta nel nuovo Naviglio di Paderno.

E non già sotto qualche risvolto del Fiume.

VI. Lo sbocco del canale non si apra giammai sotto ad un qualche risvolto del fiume principale, il quale o spinga la corrente contro il medesimo sbocco, ovvero alla riva opposta. Nel primo caso sarà talvolta contrastata l'uscita delle barche dallo sbocco nel fiume, massimamente nel tempo delle piene: nel secondo caso le deposizioni del fiume si sarebbero tutte dalla parte dello sbocco, ove cessa o illanguidisce il suo moto; come suol osservarsi in tutt' i risvolti.

VII. Ma se all' opposto lo sbocco del Naviglio dovrà congiugnersi col fiume principale, e continuarne la-

Nuove difficoltà degli sbocchi ne' Fiumi di corso variabile.

navigazione in quella parte, ove il suo corso è variabile tra rive instabili e sottoposte quando alle corrosioni, e quando agli allagamenti; l'incostanza di cotesta riunione dello sbocco col filone del fiume diverrà un oggetto serio ed interessante de' provvedimenti dell' Architetto. Questa considerazione non può aver luogo in que' fiumi, li quali sono ristretti ed imbrigliati dalle coste de' monti, com' è quì l'Adda nel suo corso; ma gran forza avrebbe, quando o dalla Città di Milano, come altra volta, si progettasse di condurre un nuovo Naviglio a sboccare nel fiume Ticino sotto Pavia, se così il pubblico interesse lo consigliasse; ovvero al medesimo termine si volesse proseguire l'incominciato Naviglio di Bereguàrdo, che è una diramazione del Naviglio grande. Per tutto questo tratto di molte miglia il Ticino ha un corso variabile; come si osserva e al di sotto e al di sopra del ponte di Pavia, dove colle corrosioni accosta il filone, e lo stringe or sotto una riva ed or sotto l'altra, e quivi si va aprendo nuovo alveo, riempiendo l'antico colle deposizioni. In fatti, molti anni sono, il fiume Ticino sotto la Città di Pavia, dall' angolo della riva sinistra di Porta Calcinara si ripiegava tutto alla destra verso il Borgo, e verso l'ultimo arco di quel famoso ponte, per dove veniva costretto a sfogare la sua più viva corrente, la quale già aveva abbandonato l'arco di mezzo e gli altri tre archi alla sinistra, con interramento della metà del ponte e dell' alveo vecchio. Temevasi allora o della rovina o del taglio del ponte; quando con altri Professori io venni delegato alla visita di questo pericolo ed al suo riparo. Si armò tosto la destra riva dalla parte del Borgo in vicinanza del ponte, quanto bastasse ad arrestarne l' instantaneo avanzamento della corrosione e del minacciato taglio. Sebbene l'originario provvedimento fu quello di stabilire al di sopra validi respingenti, li quali restituissero il fiume e la sua corrente all' antico decorso sotto il ponte; come si è eseguito.

Deviazione dal Ponte di Pavia minacciata dal Ticino.

Ho

Ho fatta menzione di questo accidente, non perchè sia straordinario, ma perchè anzi è famigliare nel Ticino in questo tratto, dov'è inalveato per terre arenose, e facili ad essere corrose per qualunque accostamento faccia il filone più ad una riva che all' altra: vicende, che quivi spesso si rinnovano per quelle cagioni, le quali a tutti sono note. Or qui è dove gli sbocchi de' canali si rendono difficili ed incerti, quanto allo scopo primario d' essere navigabili. Fingiamo che il Naviglio altre volte progettato da Milano a Pavia siasi di già eseguito, con avere superato con l'arte quelle, che io penso quasi insormontabili difficoltà nel suo principio e nel suo progresso; e che anzi già sia condotto a rientrare nel Ticino, o sopra il ponte di Pavia, o al di sotto, come torner ebbe meglio: crederemo forse che l' affare sia finito? Niente meno: anzi quì ricominciano nuove difficoltà; ed a questo passo, a questo sbocco può temersi che venga incagliata tutta la navigazione. Chi può assicurare che il filone del fiume non si ripieghi tutto sotto la riva opposta allo sbocco, e là si scavi e si dilati l'alveo, lasciando allo sbocco altissimi gl' interramenti? ovvero, chi può promettersi che improvvisamente la corrente più viva non balzi ad attraversare lo sbocco, a corroderlo, ed a sconcertarne la direzione? E come avremo quì costantemente il tragitto dal fiume al Naviglio, che è lo scopo di quell' abbondanza, alla quale si sono rivolte tante spese? Io non dico già che l' arte manchi di mezzi per imbrigliare la mobilità del fiume: dico soltanto per disinganno d' alcuni, che a questo tragitto, a questo passaggio delle barche molto ci resta a fare per istabilirlo. Primieramente con opere manofatte superiormente, e con respingenti di massiccia costruzione si dee al fiume dare quel corso e quella direzione, la quale sia la più favorevole allo sbocco del Naviglio, con obbligare il medesimo fiume a mantenere il suo filone nel mezzo dell' alveo, senza punto, o troppo accostarsi allo sbocco, o troppo allontanarsene. In oltre le due opposte rive si mu-

Regolamento del Fiume primario sotto lo sbocco del Naviglio.

muniranno per lungo tratto di groſſi muraglioni, li quali impediſcano il dilatamento dell' alveo più di quello, che comporti la qualità del fiume. In queſta forma ſi è reſtituito, anni ſono, il corſo regolato del Ticino ſotto il ponte di Pavia; e le medeſime operazioni potranno ogni volta rinnovarſi per dare conſiſtenza allo sbocco del nuovo Naviglio, quando ſi riſolva o da Milano, o da Bereguardo di condurlo a sboccare a Pavia. E queſto penſiero non de' eſſere degli ultimi ne' progetti, che ſi propongono.

PROPOSIZIONE IV.

Lo sbocco del canale Naviglio accompagnato ſia dalla parte del fiume, e ſoſtenuto da un molo di larga e ben piantata muraglia, la quale nell' alveo del medeſimo fiume ſi allarghi, e conduca lo sbocco ad incontrare il filone di mezzo e la via di navigazione.

Vantaggi d'uno sbocco ſoſtenuto da un Molo prolungato.

SI ſuole da' providi Architetti accompagnare lo sbocco per entro l'alveo ſteſſo del fiume, e dal lato della ſua corrente con un molo di muro coſtrutto di gran quadroni di ſodo macigno, ed in notabile larghezza. Coteſto molo leggiermente piegandoſi verſo il mezzo del fiume, è di grand' uſo al tragitto delle barche dal Naviglio al fiume, e da queſto al Naviglio. I. perchè le barche, le quali debbono montare ſu per lo sbocco, giunte in poca diſtanza dal molo, con facile piegamento ſi mettono toſto al coperto dalla corrente del fiume; nè altra forza contraria rimane a queſte da ſuperarſi, fuorchè quella tenuiſſima del corſo dell' acque dello sbocco, che vanno ad incontrare. Lo ſteſſo dicaſi delle barche, che ſcendono dallo sbocco, le quali dall' avanzamento del molo ſono condótte quaſi a mano ad inveſtire preſtamente la via di navigazione, ſenza ſoffrire

frire altri moti irregolari del fiume. II. Cotesto spalleggiamento di molo prolungato nel fiume, reca un altro vantaggio allo sbocco medesimo, e dirò quale. Ognuno sa che qualsisia fiume primario va sempre ruzzolando sul fondo in ogni piena gran copia di ghiaie e di sassi, che si odono soffregarsi e dibattersi: al calare poi della piena, e diminuito il moto dell' acque presso le rive, quivi si fermano per essere poi trasportati da altra piena, che sopravvenga. In questi intervalli da una piena all' altra, quanto è facile che il fiume deponga allo sbocco un qualche ammasso di ghiaie, le quali restano fuori della direzione del filone, che solo ha forza di seco rapirle! Or il fianco di muro prolungato obbliquamente verso il filone, o ripiega le materie pesanti, che sopravvengono, e le ribatte al mezzo del fiume, dove dalla forza maggiore del medesimo sono tosto ingoiate e dissipate; ovvero dietro il molo si arrestano, e non passano più oltre ad ingombrare lo sbocco. L' Architetto Meda seguendo le medesime regole, aveva già accompagnato l' ultimo suo sbocco del Naviglio di Paderno con una ben disegnata fabbrica di muro; come apparisce ancora oggidì da' grandiosi suoi avanzi: ma questa si è dovuta abbandonare, per toglierne l'imperfezione della troppa caduta dello sbocco; al qual oggetto si è ora prolungato l'ultimo suo tronco, come si è detto di sopra.

Un altro vantaggio hanno gli sbocchi dilatati nel fiume col prolungamento del molo. Se lo sbocco non avesse altra larghezza che quella assai limitata e comune a tutto il canale superiore, con quanta difficoltà dalla maggior ampiezza del fiume e dalla sua corrente la barca si volgerebbe ad imboccare immediatamente quello stretto, senza urtare più volte ne' fianchi e negli speroni dello sbocco! Laddove, se la barca ha prima l' ingresso in un ampio seno formato

mato dall' avanzamento del molo; e senza corrente viva, che le contrasti; in questo passaggio ella si rende tosto obbediente a qualsisia movimento del timone, ed alla direzione degli attiragli, senza declinare più ad un lato che all' altro nel primo incontro, che fassi del canale.

DIS-

DISSERTAZIONE I.

Se da' Laghi possano immediatamente derivarsi nuovi Emissarj di Fiume perenne, o anco ridursi a Canali regolati di navigazione, li quali sboccbino in altro Fiume, eziandio nel Mare medesimo; e quali difficoltà s'incontrino per eseguirne il disegno.

SOMMARIO.

Progetto di Plinio all' Imperadore Traiano di nuova navigazione dal Lago di Nicomedia. Esame dell' origine del lago. Pericolo del suo asciugamento. Esempio del Lago Gerondio. Esame e Visita fatta dagli Architetti Milanesi di tutti gli emissarj de' laghi minori. Problema ristretto ad un emissario, che sia canale regolato. Progetto antico del Naviglio da derivarsi dal Lago di Como, e sua impossibilità. Supplimento de' sostegni alla scarsezza d'acque negli emissarj, ed alla caduta. Sostegno di Governolo sul fiume Mincio. Progetto antico di rendere navigabile la Tresa, e Statuto della Città di Milano, che ne ordinò l' esecuzione.

IL problema in questi termini generali non può avere un solo scioglimento: tanta è la varietà delle circostanze, le quali ne richieggono una particolare applicazione. Il progetto poi non è nuovo, ma antichissimo, e fino da' suoi tempi proposto da Plinio all' Imperadore Traiano, cui scrivendo egli nel libro 10 delle sue Lettere, premette essere della grandezza d' un Romano Imperadore l'intraprendimento delle opere le più conducenti alla pubblica uti-

Progetto di Plinio all' Imperadore Traiano di nuova navigazione dal Lago di Nicomedia.

utilità: *Intuenti mihi & fortunæ tuæ, & animi magnitudinem, convenientissimum videtur demonstrari opera non minus æternitate tua, quam gloria digna, quantumque pulchritudinis, tantum utilitatis habitura*. E fra queste preferisce il progetto di aprire e di condurre dal Lago di Nicomedia un canale navigabile fino al mare; e ne dimostra la necessità. *Est in Nicomedensium finibus amplissimus lacus; per hunc marmora, fructus, ligna, materiæ & sumptu immodico, & labore usque ad viam navibus, inde magno labore, majore impendio vehiculis ad mare devehuntur*. Passa poi egli a scoprire all' Imperadore la facilità de' mezzi, e la copia de' Manuali sul posto medesimo, per conseguirne l'intento: *Hoc opus multas manus poscit; at hæ porro non desunt: nam & in agris magna copia est hominum, & maxima in civitate, certaque spes omnes libentissime aggressuros opus omnibus fructuosum*. Per ciò, che si appartiene alla direzione dell' opera, si raccomanda egli a Traiano che gli spedisca sopra luogo un eccellente Idrostatico e Livellatore, per divisare con accertamento il metodo della esecuzione: *Superest ut tu libratorem, vel architectum, si tibi videbitur, mittas, qui diligenter exploret, sitne lacus altior mari; quem artifices regionis hujus quadraginta cubitis altiorem esse contendunt*. La decisione della caduta, che ha il lago al mare, è la prima traccia allo scioglimento del problema. Se poi cotesto lago o da' fiumi influenti, o dalle naturali sue sorgenti potesse costantemente mantenere al canale tanta copia d'acque, quanta fosse necessaria alla navigazione, o almeno se altr' acqua in supplimento potesse derivarsi da' luoghi adiacenti, scriv' egli doversene rimettere l'esame a' Periti del paese ed agli Architetti d'acque; ed a questo proposito soggiugne trovarsi già sulla medesima direzione scavata dal Re di Nicomedia una gran fossa, la quale lascia in dubbio se siasi aperta ad oggetto di raccogliere le acque de' circostanti terreni, o piuttosto a derivarvi le acque del lago, ovvero per l'uno e l'altro fine insieme. *Ego*

Copia d'Operaj.

Livellatore.

per

per eadem loca invenio fossam a Rege percussam; sed incertum, utrum ad colligendum humorem circumjacentium agrorum, an ad committendum flumini lacum; est enim imperfecta: Nè può saperſi, ſe o per diſperazione d'un tentativo così grande, o per anticipazione di morte ſiaſi dal Re laſciata imperfetta: *Hoc quoque dubium, intercepto Rege mortalitate, an desperato operis effectu.* Plinio va additando all' Imperadore tutte queſte vie, ſulle quali gli Architetti poteſſero chiarirſi de' veri fatti, e regolarne l'imprendimento; giacchè alla grandezza Romana neſſuna opera poteva affacciarſi o per diſperata o per ardua nella riuſcita: *Sed hoc ipso (feres enim me ambitiosum) pro tua gloria incitor & accendor, ut cupiam peragi a te, quæ tantum cœperant Reges.*

Foſſa già aperta dal Re di Nicomedia.

Queſta è la più ſuccinta e ragionata informazione, la quale poteſſe premeditarſi, e mandarſi all'Imperadore da un ſaggio Governatore; ed io l'ho quì regiſtrata, perchè niente omette di quelle regole preliminari, che ſono da oſſervarſi in ſomiglianti diverſioni da' laghi, e che io verrò ad una ad una dichiarando. Primieramente qualunque volta ſi riſolva una così grande intrapreſa, ſi eſamini da' più verſati indagatori delle coſe naturali la qualità del lago e la ſua origine: cioè da quali acque o ſorgenti o fiumi influenti alimentato ſia e mantenuto il lago ad una coſtante altezza; e ſe la quantità dell'acque, che ſe ne vogliono derivare, venga inceſſantemente reſtituita dall' ingreſſo d'altrettanto corpo d'acque, che vi ſi intrometta; ovvero ſe la velocità della uſcita e della caduta prevalga alla ſua ſtabile conſervazione, per non incorrere il pericolo, del quale lo ſteſſo Imperadore Traiano ſcrive a Plinio: *ne, si immissus in mare fuerit, totus effluat*; e tanto più, quanto più rapida ſe ne ſcopriſſe la caduta del lago o nel mare o in altro fiume: imperocchè in tal caſo ſi perderebbe e lago e fiume ed ogni progettata navigazione. In fatti ne' tempi vetuſti e ne' moderni, quanti laghi ſonoſi aſciugati da ſimiglianti emiſſarj aperti dalla umana induſtria! Fra' molti io ne ſcel-

Eſame dell'origine del Lago:

Pericolo del ſuo aſciugamento pel nuovo Emiſſario.

go quel ſolo, del quale abbiamo non ſolamente le memorie più autentiche degli antichi Scrittori, ma ancora le veſtigia. Il famoſo Lago Gerondio occupava tutta la parte più baſſa del Territorio Lodigiano, e da un lato ſtendevaſi all' insù per tutta la Geradadda, e d'altro lato s'inoltrava a' confini del Territorio Cremoneſe. Fino al dì d'oggi ſi conſervano da queſte popolazioni i nomi antichiſſimi di *Medolago*, di *Riva*, di *Porto*, li quali ſi appropriavano al lago ſteſſo; e veggonſi le torri e gli sbarchi; e tutta vi ſi riconoſce la continuazione di quel grande ricettacolo d'acque per molte miglia. L'origine di queſto antico lago era in que' tempi quella medeſima, che in oggi forma il Lago di Como, cioè il fiume Adda, il quale entrando in quelle baſſe pianure della Geradadda e del Lodigiano, non aveva poi quindi un emiſſario proporzionato da ſcaricarſi tutto in Po; ma veniva anzi ſoſtenuto da alti e continuati piani di terre, che ne impedivano lo ſcarico, finattanto che il fiume ſi foſſe da ſe ſollevato a tanta altezza da ſormontarli, per condurſi per varie diramazioni in Po, che è il fiume più baſſo di tutt' i fiumi di Lombardia; e perciò il Lago Gerondio dilatavaſi a quell' ampiezza, della quale a' tempi noſtri ſe ne riconoſcono le veſtigia. Finalmente cadde in mente a' popoli inquietati da tante inondazioni di aprirvi un nuovo più depreſſo emiſſario in Po, quale anche al dì d'oggi chiamaſi *Bocca d'Adda*, in diſtanza di poche miglia da Cremona; e lo ſcavamento fu talmente ſecondato dalla caduta e dalla corrente dell' acque, che il fondo della foce del nuovo emiſſario ſi abbaſsò a ſegno d'ingoiarvi tutto il Lago Gerondio, e d'incamminare ſtabilmente il fiume per quell' alveo ſteſſo, quale ora noi veggiamo attraverſante la Geradadda, il Lodigiano e parte del Cremoneſe; e però il fiume inalveatoſi nella parte più baſſa, laſciò al coltivamento ed alla popolazione que' tanti Territorj, che prima occupava. In queſto memorabile fatto appariſce non eſſere lontano il pericolo temuto da Plinio, che dal nuovo emiſſario ſi aſciu-

Eſempio del Lago Gerondio:

Sua origine:

Nuovo ſuo Emiſſario denominato Bocca d'Adda.

Effetto di totale aſcingamento.

asciugasse tutto il Lago di Nicomedia, ove s'incontrasse in una caduta, quale dicevasi di 40 cubiti sopra il pelo del mare.

Assai volte però la soglia degli emissarj de' laghi formata dalla natura d'un saldo collegamento di pietre, non permette il suo abbassamento sotto tutta l'altezza del lago, che tuttavia sostiene; come avviene all'emissario del Lago di Como. In questi casi si osserva che i laghi minori alimentati da sole sorgenti o da semplici influenti, non hanno mai ne' loro emissarj tanta altezza d'acque, che li renda capaci di portare le barche; perchè appunto quell'abbassamento di pelo, che è conseguente alla caduta loro e rapidità, non rimane compensato dalla soprabbondanza dell'acque. Ma d'altra maniera dobbiamo discorrere de' maggiori laghi, quando alla origine ed ampiezza e conservazione de' medesimi vi concorrono fiumi Reali, li quali scendendo da lontani monti riempiono vastissimi ricettacoli di valli e di basse pianure, e ne sollevano il pelo a segno di aprirsi da se l'emissario, e di ripigliare il loro corso atto alla navigazione, fino a sboccare o in altro fiume maggiore o anco nel mare. Di questa natura sono ed il Lago di Como ed il Lago Verbano derivati da' fiumi Adda e Ticino: amendue restituiscono alla foce de' loro emissarj le acque di tant' influenti, li quali vi entrano, ed escono con tanta copia d'acque che nè la velocità della caduta scema l'altezza necessaria alla navigazione, nè alle barche fa tale contrasto la contraria corrente da non potersi superare dalla forza de' cavalli a continuare la navigazione, salendo all' insù verso il lago medesimo. Questa prerogativa di rendere navigabili li suoi emissarj non può appropriarsi se non a que' laghi, li quali danno nuova origine ad un fiume Reale, che non più per balze de' monti, come prima, ma per le pianure ripiglia il suo corso e nome, ed in ogni stagione è ricco d'acque: ciocchè può applicarsi ed al Reno di Germania, che rinasce dal Lago di Lucerna, e a tant' altri emissarj, li quali

Emissarj navigabili, e loro origine.

li aprono una comoda navigazione per vaste provincie.

Ma gli emissarj de' laghi minori non sonosi dalla natura resi immediatamente navigabili, sì per la rapidità della caduta, e sì ancora perchè in molte stagioni non possono dalle sorgenti di questi laghi derivarsi le acque sofficienti a quest' uso. Così nella celebre Visita fatta da' più esperti Architetti d'acque nel 1518 per ordinazione della Città di Milano, a fine di riconoscere da quali laghi si potessero aprire e derivare altri canali navigabili e comunicanti col Naviglio della Martesana fino a Milano, riferisce il Pagnano le difficoltà insuperabili, nelle quali s'incontrarono. E primieramente giunti gli Architetti al Lago di Lugano per esaminare se quinci potesse aprirsi un nuovo emissario navigabile per 6 miglia fino al Lago Lario di Como; conobbero che quello era più alto 100 braccia del pelo d'acqua del Lago Lario, e che in oltre l'intervallo di questi due laghi era attraversato da una costa altissima di monte: *Cognoverunt esse impossibile, cum sit Lacus suprascriptus Lugani altior Lacu Lario brachiorum* 100 *cum costa altissima*. Racconta poi il medesimo Pagnano che li detti Architetti nel giorno seguente ripigliarono la Visita dal ponte della Tresa, per dove il Lago di Lugano ha il suo emissario, che va a scaricarsi nel Lago Verbano, per accertarsi se fra questi due laghi dal frapposto emissario potesse farsi la congiunzione di navigazione: *accesserunt ad pontem Tresiæ, ut viderent si posset aptari ad navigandum*. Ma perchè appunto il Lago di Lugano viene formato da piccoli influenti e da scarse sorgenti; *invenerunt dictam Tresiam nullam fere habere aquam*, & *maxime impetuose labi*. Lo stesso esito incontrarono negli emissarj di tutti gli altri minori laghi di Pusiano, di Annone ec. Cotesta induzione di osservazioni conferma quello, che abbiam detto, cioè che solamente i laghi formati da fiumi maggiori possono aprirsi da se e mantenere gli emissarj proporzionati alla grandezza de' fiumi Reali, che vi entrano.

Esame fatto dagli Architetti Milanesi di tutti gli Emissarj de' Laghi minori.

Si

Si avverta però, che questi medesimi fiumi, che dalla foce de' laghi tornano a decorrere pe' loro alvei, quali da se si sono scavati; si avverta, dissi, che quantunque sieno navigabili, com' è l'Adda ed il Ticino, non possono però chiamarsi canali regolati; ma sottoposti sono a quelle medesime escrescenze ed inondazioni e vicende de' loro corsi, alle quali soggiacciono tutt' i fiumi del mondo. Or cotesta generalità d'un qualunque emissario navigabile non è lo scopo del problema, di che ora trattiamo, il quale viene ristretto alla sola ricerca, *Se da un lago si possa artifiziosamente derivare un canale regolato di navigazione, quale veggiam cavarsi da' fiumi, a condizione che nè per eccesso d'acque soprabbondi, nè per difetto si allontani dal fine inteso*. A questo articolo si riduce tutta la difficoltà del problema proposto non solamente negli antichissimi tempi intorno al Lago di Nicomedia, ma ne' posteriori intorno al Lago di Como. Imperocchè nella stessa Relazione da noi citata del Pagnano si racconta che a que' medesimi Architetti, a' quali nel 1518 fu ordinata la nota Visita, giunti a Como, venne subito proposto il progetto di derivare dal lago presso la Città un canale regolato di navigazione, il quale attraversando le vicine alture, si conducesse alla Città di Milano. *Venerunt deinde Comum, eo quia significatum fuerat ibidem adesse unam viam imbuccandi dictum Navigium prope Sanctum Augustinum; & viderunt eam transeundo per planum Comi juxta Ecclesiam Sancti Carpophori, quæ est in costa Comi sita; intraruntque vallem fluminis Aperti, & deinde vallem Aquæ Nigræ altissimam; & consideratis multis difficultatibus, reversi sunt Mediolanum, nulla libratione facta, eo quod esset tempus colligendi messem.*

Problema ristretto ad un Emissario, che sia Canale regolato.

Progetto antico del Naviglio di Como.

Questo medesimo problema, il quale in que' tempi non meritò il travaglio d'un serio esame, fu messo in campo di bel nuovo da alquanti Periti, come avviene in tutte le cose umane, e proposto a' nostri giorni all' Eccellentissimo Signor Governatore di Milano il Conte Marescialło Pallavicini, forse per frastornare indirettamen-

Rinnovato a' nostri tempi.

mente il profeguimento del Naviglio di Paderno, promoffo dal medefimo con tanto ardore. Or quì mi nafce l'occafione di rifolvere brevemente co' fuoi principj quefto problema tante volte agitato, e non decifo, cioè, *Se da un lago della natura e qualità del Lago di Como poffa derivarfi un canale regolato di Naviglio, il quale nè per fovercbia copia d'acque trabocchi ed efca da fuoi argini, nè per ifcarfezza fi renda innavigabile;* e con quelle medefime fempiici interrogazioni, quali allora io direffi a' Progettifti, mi fpedirò da quefto efame. Ricordomi adunque che in que' tempi affai volte mi feci a chiedere a' fautori di quefto Naviglio, come mai difegnaffero di fcavare l'incile fulla riva di quefto lago, ed a quale profondità, acciocchè in ogni ftagione v'introduceffe copia coftante d'acque. Imperocchè gli è certo che il Lago di Como, ora fi ritira moltiffimo dalle fue rive, e fi abbaffa di molte braccia fotto l'ordinario fuo livello, ed ora trapaffa li confueti fuoi confini, e fi folleva a tali altezze, che s'inoltra ancora nelle più alte campagne. Cotefto avvicendamento fuccede più volte l'anno, ed è originato dall' efcrefcenze e decrefcenze del fiume Adda. In tanta incoftanza chi potrebbe definire la fituazione dell' incile ed il fuo profondamento? Quante volte l'apertura del Naviglio rimarrebbe in afciutto nelle ordinarie ficcità, e quali irruzioni di piene potrebbero afpettarfi nelle folite annuali efcrefcenze! In qual altra parte quefte fi sfogherebbero, come abbiam veduto farfi da' canali regolati, e derivati da' fiumi, cioè o dalla crefta del foftegno, o dagli fcaricatoj nelle parti più baffe del fiume principale, in guifa che tutto l'ecceffo d'acque fi efcluda dal Naviglio? Quefte erano le più ovvie confiderazioni, quali altre volte ho contrappofto a quefto immaginario progetto del Naviglio di Como, oltre le altre informontabili difficoltà di attraverfare col canale cofte altiffime di monti, e di moderarne la precipitofa caduta.

Condizione de' Laghi non applicabile alle derivazioni da' Fiumi.

Eccettuatone il progetto di *canale regolato*, non può ne-

negarsi che da' laghi alimentati da' fiumi perenni non possa cavarsi un qualunque emissario d'acque adatto almeno per molti mesi alla navigazione, quando dalla situazione degli adiacenti piani e dalla loro moderata declività venga secondato. È questo pare il progetto di Plinio a Traiano nella derivazione dal lago al mare del nuovo emissario, il quale tanto più copioso d' acque potrebbe decorrere ed in giusta altezza, quanto più se ne limitasse l'uscita, ovvero interamente si escludesse dal primiero naturale emissario di questo lago in altra parte; com' egli soggiugne nella seguente Lettera: *Est enim & lacus ipse satis altus, & nunc in contrariam partem flumen emittit, quod interclusum inde, & quo volumus, aversum, sine ullius detrimento, lacus tantum aquæ, quantum nunc portat, effundet*. Che se ancor questo tentativo andasse a voto, Plinio si volge ad altro spediente di far buon uso dello stesso primo emissario, ossia fiume, ch' egli quì suppone navigabile, conducendo una fossa d'acqua stagnante dal lago fino a poca distanza dal fiume, in modo che la fossa non iscaricasse nel fiume, ma fosse navigabile fino a quel termine, di dove con facile e brieve tragitto si trasportassero le merci a ricaricarsi nel fiume: *Potest enim lacus fossa usque ad flumen adduci, nec tamen in flumen emitti, sed relicto quasi margine contineri pariter & dirimi: erit enim facile per illam brevissimam terram, quæ interjacebit, onera advecta fossa transponere*. Quando avesse luogo questo progetto, si toglierebbe, dic' egli, il pericolo, *ne commissus flumini, atque ita mari, lacus effluat*. Egli è vero che conobbe Plinio l'imperfezione di somigliante tragitto per terra, quantunque brevissimo; e confessa che non vi s'indurrebbe, se non in caso di necessità, dalla quale spera di poterne campare: *Quod ita fiet, si necessitas coget; & spero non coget*. Perciò ritorna egli prestamente al suo primo pensiero di render navigabile il suo nuovo emissario fino al mare; e va al riparo con molti partiti e suggerimenti al suo primo timore, che l'emissario debba asciugare il la-

Emissarj perennemente alimentati da' Laghi.

Altro ripiego proposto da Plinio.

Timore di votamento del Lago.

 go;

go; e quando ancor questi fossero incerti, ricorre all'ultimo delle cateratte, che reputa il più idoneo: *Quorum si nihil nobis loci natura præstaret, expeditum tamen erit cataractis aquæ cursum temperare*. Qual concetto egli si avesse di cotesle cateratte, e come si applicassero al sostegno dell' acque, non si può bastantemente comprendere dalle sue parole; e molto meno si sa che a que' tempi nota fosse l'invenzione de' sostegni amovibili, de' quali noi facciamo tant' uso per frenare le soverchie cadute de' canali manofatti, ed abilitargli al passaggio delle barche. Certo è che fra tanti monumenti, che tuttavia ci rimangono, delle ardite intraprese de' Romani nella condotta di nuovi fiumi, non ce ne resta vestigio di questa a noi tanto familiare invenzione. Ma qualunque fosse il pensamento di Plinio, non si arroga però egli di farla quì da Idrostatico: *Verum hæc & alia multo sagacius conquiret, explorabitque librator, quem plane, Domine, mittere debes, ut polliceris; est enim res digna & magnitudine tua, & cura*.

Progetto di cateratte per moderare la caduta dell' acque.

Ho esposto un po' stesamente gli svariati tentativi, che si progettarono in quella prisca età feconda di tante invenzioni, acciocchè si vegga e quanto ardua sia cotesta intrapresa di cavare immediatamente da un lago un canale navigabile, e quando un somigliante progetto non v'abbia punto di luogo: nè io con altro fine, che quello d'illustrare questa materia, sono ito seguendo le tracce di Plinio. Vero è però, che se a' tempi di Traiano fosse stata nota l'utilissima invenzione de' sostegni, quali noi pratichiamo, molte delle opposte difficoltà si sarebbero o diminuite o scansate. E primieramente non era da temersi che dal Lago di Nicomedia nel nuovo artifiziale emissario non si tramandasse un corpo d'acque capace di navigazione; onde a quest' uopo fosse necessario o il chiudimento dell' opposto naturale suo emissario, come si è detto di sopra, ovvero il raccoglimento di tutti i rigagnoli, per dove aveva a condursi la nuova fossa, come accenna lo stesso Plinio: *Præterea, per id spatium, per quod fossa facienda est, incidunt rivi, qui si diligenter colligantur*, au-

Invenzione de' Sostegni incognita a' Romani.

augebunt illud, quod lacus dederit. L'uso de' sostegni da rimuoversi alternatamente e chiudersi, ed interposti con giusti intervalli nel canale del nuovo emissario, sarebbe quell'effetto, che già disse il Guglielmini farsi da' sostegni in qualsivoglia altro canale, cioè, *che con debolissimi corsi d'acqua si possa rendere navigabile da ogni sorta di barche, trattenendo l'acqua, ed obbligandola ad alzarsi di pelo fino a quel segno, che può soddisfare al bisogno;* ed allo stesso tempo provvedendo al transito delle medesime.

Simigliantemente da tali sostegni s'impedirebbe l'altro temuto disordine che tutto il lago scorresse nell' emissario più basso, e si esaurisse: *ne totus effluat.* Ne abbiamo gli esempj ne' canali della Lombardia nostra, e segnatamente nel lago inferiore di Mantova. Il suo emissario forma il Mincio, che va a scaricarsi nel Po pel corso di 13 miglia, e con tanta caduta, che nell'ordinario suo stato si attrarrebbe tutta l'acqua del lago, riducendola ad una semplice e bassa inalveazione attraverso il suo fondo. Per mantenere stabile la navigazione dal lago pel Mincio in Po, dagli antichi Duchi di Mantova si fabbricò nello stesso fiume emissario un sostegno in distanza di 12 miglia dal lago e dalla Città; dal qual sostegno, non meno il Mincio, che il lago stesso si alzasse di pelo, e si rendesse idoneo a portare le barche. Con quest'arte quanta comunicazione di navigazione potrebbe aprirsi da tanti laghi, de' quali abbonda la nostra provincia in quella parte, che confina cogli Svizzeri, e pe' suoi emissarj si scaricano l'uno nell' altro, fino ad inoltrarsi ne' fiumi primarj del Ticino e dell' Adda!

Sostegno di Governolo per conservare la navigazione del Lago di Mantova.

Una sola considerazione sarebbe quella, la quale potesse porre in qualche esitanza la deliberazione, cioè, se l'utilità corrispondesse alle spese dell' intraprendimento, ovvero della manutenzione; giacchè la prevalenza del maggior bene pubblico è sempre l'unico oggetto della umana prudenza. Fra tanti laghi, li quali pe' suoi emissarj comunicano col Lago Maggiore, penso che il solo di Lugano sia da preferirsi ad ogni altro, al solo fine di

 con-

congiugnere la ſua navigazione col Lago Maggiore pel ſuo emiſſario denominato la *Treſa*. Imperocchè il Lago di Lugano e pel vaſto ſuo circuito di molte miglia, e per la copia de' boſchi, da' quali vi ſi poſſono agevolmente traſportare i legnami coll'uſo de' torrenti, ch' entro vi sboccano, e molto più per la quantità delle merci, le quali da quel lato o ci vengono dalla vicina Elvezia, o da noi ſi mandano colà, di que' generi, de' quali noi abbondiamo, di vino, di frumento, di ſete, di lini ec.; coteſto lago, diſſi, aprirebbe un doviziosſo commercio col Lago Maggiore e col Ticino e col noſtro Naviglio grande fino a Milano, quando il fiume Treſa, che n'è l'emiſſario, ſi rendeſſe navigabile. Il penſiero non è nuovo, ma antichiſſimo, fino da quando nel 1518 la Città di Milano, come ho detto, ſpedì in ogni parte eccellenti Architetti a promuovere la navigazione da tanti laghi minori ne' due primarj di Como e del Ticino. Egli è vero che da' medeſimi Ingegneri al progetto della Treſa vi ſi fece più d'una eccezione: *Acceſſerunt ad pontem Treſiæ, ut viderent ſi dicta Treſia aptari poſſet ad navigandum a Lacu Lugani ad Lacum Verbanum; & invenerunt dictam Treſiam nullam fere habere aquam, & maxime impetuoſe labi*. Due eccezioni, le quali in una corſa fuggitiva non furono da' medeſimi poſte all' eſame, almeno quanto richiedeva l'importanza dell' affare. Primieramente nella maggior parte dell' anno la Treſa corre copioſa d'acque, come a tutti è noto: ciocchè ſarebbe d'avanzo all' utilità della navigazione. Oltre di che, ancora ne' tempi di maggiore ſcarſezza d'acque ſottentrerebbe l'artifizio delle conche a fare, come abbiam detto più volte col Guglielmini, *che con deboliſſimi corſi d'acqua ſi poſſa rendere in ogni tempo navigabile da ogni ſorta di barche*. Quanto all' altra eccezione dell' *impetuoſe labi*, ſi riſponde che il Naviglio di Bereguardo diramato dal Naviglio grande, non ha minore caduta di quella del Canale della Treſa; e ciò nulla oſtante in quello ſi è già da tanto tempo ſtabilita la navigazione con undici conche frappoſte con brevi

Progetto di rendere navigabile la Treſa.

brevi intervalli, tra' quali le barche salgono e scendono con facile tragitto. La spesa poi di tanti moltiplicati sostegni nel Naviglio della Tresa, sarebbe a molti doppj compensata dalla utilità del commercio, che quindi senza paragone se ne deriverebbe maggiore di quello, che possa trarsi dal presente Naviglio di Bereguardo, finora rivolto ad una limitata navigazione di vino da trasportarsi poi colli carri fino al Ticino. Certo è che la Città di Milano ha sempre risguardato l'emissario della Tresa come un capo rilevante di commercio e di navigazione; ed al capo 319 del suo antico Statuto ne ordinò l'esecuzione, come riferisce il Giulini nel tomo 2 delle Aggiunte, alla pagina 594: *Quod provideatur, si fieri potest, ut fiat Navigium fluminis Tresiæ, ita quod fluat ad Civitatem Mediolani.*

DISSERTAZIONE II.

Della origine del continuo alzamento de' Laghi, e del regolamento de' loro Emissarj.

SOMMARIO.

Sostegni di mulini e di pescaie all' imboccatura degli emissarj, e loro effetto di continuo alzamento. Legge pubblica governativa, che ne vieta l'uso. Livello de' Laghi regolato dalla soglia degli emissarj. Regole da osservarsi nell' uso delle steccaie, e dove si possano permettere, e dove no. Alzamento del fondo oltre la linea del ringurgito, e soltanto interrotto da nuove cadute. Regole false, non meno nella collaudazione, che nella condanna delle pescaie e de' mulini sul corso degli emissarj. Esempio dell' emissario del Lago di Varese e di Como.

A Proposito degli emissarj de' laghi non posso quì omettere di fare un qualche cenno del loro regolamento in quella parte, che concerne l'utilità pubblica, e di ricercare donde avvenga un generale disordine de' nostri laghi, il quale sempre più va crescendo. Imperocchè si è fatta querela oramai comune di tutt' i Terrieri fronteggianti de' laghi, che questi continuamente si alzino di livello, ed inondino quelle campagne, le quali negli andati tempi erano sempre state asciutte e coltivabili, e per tali descritte nel Regio Censimento; ed in oggi divenute stabilmente paludose, e di nessun frutto, fuorchè di sterili canne. Molto più poi in occasione di piene il traboccamento de' laghi sulle campagne si rende nocivo, e di una estensione da non potersi più tollerare. Nè può riferirsi questo disor-

Nuovo fenomeno d'alzamento di livello ne' Laghi:

di-

dine ad una legge nuova della natura, per la quale da qualche tempo in quà sienfi accresciute le piogge e le acque, che scendono da' monti: essendo manifesto che le vicende della natura sono sempre regolate con il medesimo eccesso e difetto; e soltanto vanno crescendo le alterazioni, che procedono dall' abuso degli uomini.

Sua origine.

La prima origine di sì grave disordine nasce dall' avarizia di quelli, li quali si arrogano un arbitrio dispotico degli emissarj de' laghi ad uso privato de' mulini e delle pescagioni. Alla imboccatura di questi emissarj, e dove comincia la prima loro caduta e sfogo libero, vi piantano sostegni di mulini, e steccaie di pescagione, le quali già per le stesse rialzano stabilmente il pelo ed il livello del lago. Ma quì non finisce tutto il male. I sostegni e le traverse, com'è naturalissimo, fermano le arene e le ghiaie, che sempre decorrono alla bocca dell'emissario; ne rialzano il fondo, e seppelliscono prestamente sotto le arene la traversa medesima: ciocchè obbliga a nuovo rialzamento e delle pescaie e de' sostegni e de' nervili de' mulini; e questo tristo giuoco non finisce mai, perchè rimane sempre viva e perseverante la cagione dell' interramento de' sostegni e della necessità di rialzarneli. In prova di che riferirò quì quello, che mi è avvenuto di osservare; cioè che dovendosi rifabbricare un mulino alla bocca di un emissario, e ristabilirne i fondamenti, si vide da me e da tutti gli astanti, quante travi si fossero in pochi anni sovrapposte l'una all' altra, per sollevare dalle deposizioni del suo fondo il nervile del mulino, e per conseguenza il livello di tutto il lago, il quale sempre si accompagna col livello della bocca dell' emissario. Or cotesti successivi alzamenti, quando d'un braccio, e quando di due e più, quanta estensione d'allagamento facciano in tutto il circondario del lago, e quanti terreni rendano incolti e paludosi, è facil cosa l'immaginarselo. Si contrapponga ora il danno immenso, che se ne deriva, col leggierissimo vantaggio o della pescagione o della macinatura; e si decida, se questo possa prevale-

Continuo alzamento della bocca dell' Emissario.

re al provento di molte migliaia di pertiche di terreno, le quali perciò si sottraggono alla coltura. E questa considerazione tanto più ha luogo nella Lombardia nostra, quanto più quivi veggonsi sparsi e moltiplicati i laghi, e più frequente è l'occasione del danno pubblico.

Legge pubblica Governativa.

Dico adunque che voglionsi interdetti da legge pubblica di buon governo tutti cotesti ostacoli allo sfogo libero de' laghi: dico che a nessun privato possessore compete il diritto di poter alterare lo stato de' medesimi laghi, qual'è stabilito dalla natura; e dico finalmente che non in altra maniera può ora rimediarsi al generale disordine già introdotto, fuorchè con una Visita Governativa, nella quale in vista del solo pubblico bene, si giudichi, quali di questi manofatti sostegni si possano permettere, e quali si debbano assolutamente togliere di mezzo ed interdirsi. Nè io sono di questi tanto nemico, che non ne riconosca in molte circostanze la pubblica loro e privata utilità: condanno solamente quelle traverse negli emissarj, le quali si piantano senza regola, e dove solamente torna meglio a qualche privato interesse, che che ne avvenga del pubblico danno; e perciò io soggiungo quì alquante avvertenze, le quali sieno di scorta a' Periti, quando vengano richiesti del loro parere.

Livello de' Laghi regolato dalla soglia degli Emissarj.

Primieramente l'imboccatura degli emissarj, di dove ha principio lo scarico de' laghi, non può essere in verun conto alterata da pescaie o da qualsivoglia altro ostacolo. La ragione si è perchè dal fondo della bocca dell' emissario più o meno alto, dipende la variazione di tutto il livello del pelo d'acqua del lago, e lo scarico maggiore in tempo delle piene. Or quì è appunto dove si affollano pescaie e chiuse e reti, più che in ogni altra parte: come mi è avvenuto ultimamente di vedere nell'imboccatura dell' emissario del Lago di Varese; perchè appunto la pescagione suol farsi quivi più copiosa, massimamente di tutto quel pesce, che da' laghi in certe stagioni entra nell' acqua corrente degli emissarj. E da questa inavvertenza ed inganno comune ho notato derivarsi da alquanti

anni

anni l'alzamento ſtabile di tutto il lago, e l'occupazione degli adiacenti terreni, li quali prima erano coltivati ad uſo o di praterie o di ſeminagione. Schiantinſi adunque da tutte le imboccature degli emiſſarj e pali e traverſe e pietre gittatevi a bello ſtudio; e ſi reſtituiſca il loro fondo a quel medeſimo livello, che ha ſtabilito la natura.

Mulini e Soſtegni interdetti dalla bocca degli Emiſſarj:

Ma ciò non baſta. Si vogliono parimente interdire e mulini e peſcaie dall' imboccatura venendo all' ingiù, per tutto quel tratto di canale, ſia d'un mezzo miglio, ſia d'un miglio e più, fin dove il fiume decorre con moto uniforme, e ſenza interpoſte nuove caſcate, le quali dieno al ſuo corſo altra nuova accelerazione. Ed in queſta parte tanto più famigliare è l'inganno degli Architetti, quanto più occulta a molti ſi è la ragione di coteſto divieto, la quale poi è quella medeſima, che adducono gl' Idroſtatici più rinomati, e tra queſti l'Abate Grandi nella diſſertazione circa l'alzamento d'una peſcaia nel fiume Era: cioè, perchè qualſivoglia ſoſtegno fermando immediatamente le materie, che ſopravvengono, queſte ſervono d'appoggio alle altre ſuſſeguenti; e così via ſi rialza tutto il fondo fino all' origine del fiume, che è quì l'imboccatura dell' emiſſario; e conſeguentemente ſopra il fondo vecchio ſi riſtabiliſce altro nuovo letto con ſituazione quaſi paralella al primo. Sebbene la ſucceſſiva propagazione all' insù di queſto effetto s'interrompe ſoltanto allo ſcontro di qualche notabile caduta del fiume, dalla quale ſi diſſipi l'avanzamento di qualunque nuovo arreſto di materie.

Dove ſi poſſano permettere.

Sul fondamento di queſta oſſervazione e dottrina ſi può quindi fiſſare una regola generale del dove e quando ſi poſſano approvare dagli Architetti e ſoſtegni e mulini ſul fondo de' fiumi emiſſarj, e dove no. Il collocamento di queſti ſarà riſervato ſolamente a quel tratto, nel quale il fiume dietro varie, ancorchè piccole, naturali ſue cadute, ovvero dopo una notabile caſcata da piano più alto, interrompe l'uniformità del ſuo corſo, e quaſi

da

da nuova origine ripiglia più accelerato movimento, che non ha più connessione col primo. In tal posizione, quando l'alzata della chiusa non uguagli le superiori cadute, ma la cresta di questa rimanga molto al di sotto di quelle; l'arresto delle prime materie non può servire d'appoggio alle sopravvegnenti, e così propagarsi sempre all'insù l'alzamento del fondo. Imperocchè le superiori cadute dell'acque dissipano prestamente qualsisia nuovo intreccio di ghiaie, e ne impediscono il progresso, senza risentirne pregiudicio l'imboccatura dell'emissario.

Visita dell'Emissario di Bardello:

Tutta questa teoría derivata dalle osservazioni e sperienze, venne confermata nella Visita da me fatta col Signor Giudice delle Strade nello scorso 1755 all'emissario del Lago di Varese, denominato il fiume *Bardello*, il quale va a sboccare nel Lago Maggiore: quivi ho potuto agiatamente osservare li differenti effetti, che si producono da simiglianti chiuse in situazioni diverse. Dove dalla prima imboccatura di questo lago il corso del fiume è equabile, non interrotto da notabili cadute pel tratto d'un miglio o due, le traverse vi fanno deposizione ed alzamento di materie, maggiore bensì presso l'impedimento, e sempre alquanto minore all'insù, ma tale, che se ne propaga l'alzamento fino all'imboccatura dell'emissario: ciocchè si dimostra da un altro mirabile effetto. Imperocchè le livellazioni più volte replicate in diverse Visite, ci hanno già fatto palese che il suo fondo per la lunghezza di quasi due miglia non è declive, ma acclive, e dalla soglia dell'emissario va salendo sempre all'insù, con tale e tanto ringurgito all'imboccatura, eziandio nello stato d'acque basse, che dove quì il pelo dell'acqua si mantiene in altezza di cinque o sei braccia, poco dopo si va gradatamente diminuendo fino a mezzo braccio. Cotesta acclività del fondo non può essere superata, se non da un'altezza straordinaria del lago, massimamente nelle sue piene; e da questo disordine se ne deriva lo stato infelice di tutte le terre fronteggianti.

Suo fondo acclive.

Si

Si è osservato in oltre che le chiuse attraversanti di varj mulini costrutti nell' ultimo suo tronco verso il Lago Maggiore, non vi fanno il menomo alzamento al fondo superiore; perchè le notabili cadute del fiume, sotto le quali sonosi costituiti i mulini, distruggono con nuova più vigorosa corrente qualsisia effetto dell' apposto impedimento, e mantengono il primiero stato dell' alveo, senzachè le deposizioni, che vi si fermano all' intorno, possano inoltrarsi a sormontare le stesse cadute. E questo fatto, che è comune a tutte le osservazioni d'altri emissarj, conferma la precedente regola, la quale non esclude da' fiumi emissarj le pescaie ed i mulini, se non dove il loro sostegno del fondo può propagarne l'alzamento fino alla soglia dell'emissario.

Regola nella situazione delle Pescaie.

E quì mi si apre il campo di scoprire una famigliare equivocazione, nella quale talvolta inciampano gli Architetti, quando si fanno a collaudare, com'essi parlano, una qualche nuova chiusa o di mulino o di pescaia sul fondo d'un canale emissario di lago. Considerano eglino soltanto, se la linea orizzontale condotta dalla cresta della nuova chiusa, che si disegna, vada a terminarsi alla soglia dell'emissario, ovvero se vada a battere molto al di sotto della medesima. Nel primo caso decidono che l' ostacolo della chiusa farà ringurgito alla bocca dell' emissario, ed impedimento al libero ingresso dell' acque del lago: nel secondo caso, ove non ha luogo la linea del ringurgito, dicono che lo sfogo del lago non sarà punto diminuito. Ma quì debbono eglino riflettere che l'effetto dell' impedimento alle acque non è solamente originato dal ringurgito, ma dall' alzamento continuato del fondo fino alla bocca, e che questo alzamento si può stendere più in là del semplice ringurgito, cioè o fino all' origine dell' emissario, o fino ad altra chiusa anteriore, o ad altra naturale caduta, che ne interrompa il corso; e quando non intervengono queste circostanze, la sperienza c' insegna che le prime deposizioni, le quali in maggior copia si ammassano al piede della nuova traversa, appoggiano quelle, che sopravvengono; e cotesto continuato lavoro non finisce, se non ove dal la-

Regola falsa.

Alzamento continuato oltre la linea del ringurgito.

go

go s'imbocca il canale, rialzandone il ſuo fondo proporzionatamente. Queſto più occulto effetto s'ignora dalla più parte di quegli Architetti, li quali ſono proclivi ad approvare quella tanta moltiplicità di mulini e di peſcaie attraverſanti gli alvei de' fiumi, calcolandone l'impedimento dalla ſola regola del ringurgito; e ſe io aveſſi ad eſaminare alquanti mulini permeſſi negli ultimi tempi o ſul fiume Lambro o ſull'Olona od altrove, potrei dimoſtrare quanto alzamento di fondo in pochi anni abbiano operato nelle parti ancor lontaniſſime dal ſemplice ringurgito, ed a quante inondazioni ſieno ora ſoggette quelle campagne, le quali per la diſtanza dal nuovo ſoſtegno parevano eſenti da così nocevole effetto.

Ma perchè chi ſcrive a pubblico ammaeſtramento, come ho accennato altre volte, egli è in debito di non diſſimulare gli errori, ne' quali incautamente ſono incorſi ancora gli ſteſſi Profeſſori per mancanza o di ſperienza o di teoría; nè in altra guiſa può promuoverſi la ſcienza dell'acque, che con la ſcorta delle oſſervazioni e de' fatti medeſimi; farò in queſta mia digreſſione un brieve cenno de' danni pubblici, li quali tuttavia ſi ſoffrono nel regolamento de' mulini e delle peſcaie ſu' fiumi, e quando contro ogni regola ſi permettono, e quando ſenza regola ſi eſcludono.

Collaudazione erronea di nuovi Mulini ſul Fiume Lambro.

Abbiamo il primo eſempio nel fiume Lambro, al quale attraverſante il Naviglio della Marteſana a Carſenzago, li noſtri antichi Architetti aperſero un ampliſſimo ſcarico di dodici ſfogatoj ſulla riva oppoſta, acciocchè ne aſſorbiſſero immediatamente la piena, e la reſtituiſſero nell'alveo inferiore continuato del medeſimo fiume. Ma quando ne' primi tempi fu diſegnato coteſto ſfogo, il fondo del Lambro inferiormente al Naviglio, era molto più depreſſo, ed al di ſotto delle ſoglie degli ſcaricatoj, li quali perciò ne ſcaricavano la piena con più di rapidità e di copia; onde preſtamente alleggerivaſi il Naviglio, e riducevaſi allo ſtato ſuo. Ma ne' tempi poſteriori ſonoſi permeſſi ſullo ſteſſo letto del Lambro due mulini in poca diſtanza da' mentovati ſcaricatoj, cioè il ptimo in diſtanza di

poco

poco più di mezzo miglio, e d'un miglio il secondo. Non può figurarsi abbastanza, se non da chi trovasi sulla faccia del luogo, quale alzamento del fondo superiore di tutto l'alveo fino al piede de' medesimi scaricatoj abbiano operato i sostegni posteriori de' mulini, e quanto ne abbiano diminuita la caduta, la velocità e lo sfogo della piena, la quale non interamente scaricata dal Naviglio, si conduce con esso sotto le mura della Città a farvi inondazioni. Nè di cotesto difetto possono incolparsi li primi Architetti del Naviglio, ma soltanto li posteriori, li quali permisero i mulini in questa situazione, senza antivederne le conseguenze. Ma delle cose una volta malfatte non se ne può sperare l'ammenda col distruggerle: troppi interessi concorrono a sostenerle. A me basta che taluno de' Professori in passando da questi scaricatoj, riconosca l'errore; acciocchè non si rinnovi troppo frequentemente in altri casi simiglianti; siccome a costo di tante inondazioni delle campagne sotto la Città, sperimentiamo le conseguenze dell' abuso in altri mulini, non ha gran tempo, costrutti sul Lambro inferiore, e ne' sostegni attraversanti il canale Redefosso: ciocchè più stesamente ho dimostrato in altra mia trattazione stampata intorno le origini delle inondazioni, alle quali è sottoposta la nostra Città.

Contrario disordine nella condanna d'altri.

Il contrario disordine accade, quando gli Architetti procedono alla condanna ed alla demolizione di que' mulini o di quelle pescaie, alle quali non può attribuirsi alcuna rea conseguenza; e finattanto che in queste deliberazioni si vorranno fare decisioni senza scorta di regola certa ed universale, cotesta incostanza di pareri si farà pur troppo famigliare a danno di molti. Ma giacchè ad un pratico insegnamento più conferiscono gli esempj ed i fatti passati che qualunque sublime teorìa, verrò quì riferendo quanto si declinasse dall' originario rimedio nella riparazione intrapresa, non molti anni sono, dell'emissario del Lago di Como. Le inondazioni di questo lago ogni anno si erano fatte sempre maggiori, e nocive, non so-

ſolamente alla Città, ma a tutte le popolazioni del grande circuito del lago; e ſe ne riferiva da' più intelligenti la cagione all' alzamento del fondo del ſuo emiſſario ſotto il ponte di Lecco, ed all' otturamento di molti de' ſuoi archi, pe' quali reſtava impedito lo sfogo. Il Miniſtro Plenipotenziario di que' tempi il Signor Conte Criſtiani delegò un Profeſſore Perito a ſcoprirne l'origine. Due erano le vere cagioni del continuo alzamento della bocca dell' emiſſario. La prima era naturale provenien-

Prima origine dell' alzamento dell' Emiſſario.

te da un vicino torrente, che sboccando nel lago, vi conduce gran copia di arene e di ghiaie, le quali dalla corrente dell' acque portate a fermarſi dinanzi l'imboccatura, vi formavano ridoſſi, e quà e là ſparſe iſolette, che ſi diramavano fin ſotto gli archi del ponte, e ne ſoſtenevano il paſſaggio dell' acque; e queſta, ch' era la primaria cagione, fu da principio traſcurata; nè vi ſi poſe mano a levarla o diminuirla, ſe non dopo molte altre prove inutilmente tentate. La ſeconda

Seconda origine.

cagione della continua depoſizione di materie ſul fondo dell'emiſſario era artifiziale, introdotta dalle tante peſcaie denominate *Gueglie*, le quali ad arbitrio de' poſſeſſori dietro gli archi del ponte dell' emiſſario per lunghiſſimo tratto all' ingiù ſi facevano attraverſare la corrente dell'

Peſcaie quali nocevoli e quali no.

Adda. Era facil coſa decidere che queſte impedivano il traſporto delle materie, le quali entravano dall' emiſſario; e maſſimamente quelle, che ſi erano erette in poca diſtanza dagli archi. Ma nel corſo così lungo di molte

Errore nella condanna di tutte.

miglia, che fa l'Adda da Lecco ſino a Brivio, non tutte potevano ſtendere la loro azione tanto all' insù fino all' imboccatura del lago, atteſe le ſvariate cadute, dalle quali in così lungo viaggio reſta intercetto il ſuo corſo; e queſto appunto era il diſcernimento, onde ſi conveniva circoſcrivere il parere del Profeſſore. Ma egli all' oppoſto compreſe indifferentemente nella ſua condanna ancor tutte quelle peſcaie e gueglie, come dicono, che eſſendo piantate ſul fondo dell' Adda molto al di ſotto di quelle notabili cadute del fiume, cioè della Rab-

bia

bia e dello sbocco del Lago di Olginate e simili, non potevano in conto alcuno propagare all' insù l'arresto delle ghiaie e l' alzamento del fondo; e per conseguenza a norma del parere del Perito d'Officio, che pur troppo suole autorizzarsi anche in cause gravissime, come un giudicio irreformabile, inconsideratamente si distrussero le pescaie tutte; e con esse si è tolto un grandioso capo di commercio utilissimo allo Stato nostro, e che in molta parte poteva sussistere senza la menoma alterazione dell' imboccatura dell' emissario. Nè da quel tempo a' nostri giorni si è rimediato al disordine, sì perchè a distruggere bastano pochi guastatori; laddove a riedificare vi si richieggono troppe braccia de' concorrenti; e sì ancora perchè non da tutti se ne vede il disordine; e talvolta lo stesso sconcerto viene favorito da altri contrarj interessi. Certo è che di quella ricca pescagione, la quale era sol propria del nostro Dominio, vi entrano ora a parte i popoli confinanti sull' altra riva, a' quali ha giovato l' errore dell' Architetto.

Incoerenza.

E quì è da notarsi un altro fallo d'incoerenza praticato ne' tempi posteriori dopo la generale condanna. Imperocchè sonosi poscia permesse e reti e pescaie sotto gli archi del ponte dell' emissario, ed in poca distanza da' medesimi, cioè in quelle situazioni, dov' erano da distruggersi unicamente: quando poco prima si erano interdette ancor quelle, le quali, come abbiam dimostrato, non avevano la menoma influenza all' alzamento del fondo dell' Adda fino all' imboccatura dell' emissario.

Dopo la condanna di tante pescaie, nella quale furono involte egualmente le ree e le innocenti, si avvidero finalmente in quello stessissimo tempo i Signori Comaschi che la Città era soggetta, come prima, alle inondazioni, e che il lago ancor nello stato suo ordinario usciva dal solito livello, nel quale erasi sempre contenuto; ed allora più chiaramente conobbero che la cagione primaria dell' impedimento allo scarico dell' emissario

fario

ſario era il grande ammaſſamento di ghiaie ed arene, qual eraſi fatto alla ſua imboccatura da' vicini torrenti, come ſi è detto. Si rivolſero adunque a torre di mezzo cotesto oſtacolo, e ad abbaſſare la ſoglia degli archi ed il ſucceſſivo fondo dell' Adda per qualche tratto; e la ſperienza de' primi anni inſegnò loro qual foſſe una almeno delle primarie origini delle inondazioni della Città. Ma perchè queſto effetto d'un continuo alzamento di livello era parimente conneſſo e conſeguente dalle materie, le quali dallo sbocco de' più proſſimi torrenti ſi traſportavano nel lago, e quinci all' imboccatura dell' emiſſario ſi ſpingevano dalla corrente; ſtabilirono in que' tempi l'ottimo e neceſſario provvedimento d'un' annuale manutenzione di queſto medeſimo ſpurgamento. Sebbene in tutte le umane coſe il diſimpegno dal pubblico bene, e l'intereſſe privato fanno tralignare dalle prime inſtituzioni: onde io temo aſſai che già in parte ſia ita in dimenticanza la diligenza e la ſollecitudine della progettata manutenzione; e temo in oltre che già ſotto gli archi del ponte ſi permettano ſteccaie, le quali non meno fermano le reti che le materie.

Oſſervazione vera poſteriormente fatta.